

Méthodologie du plan d'action national de refroidissement pour la région MENA



© 2026 Programme des Nations Unies pour l'environnement

ISBN : 978-92-807-4273-2

Numéro de référence : CLI/2755/PA

DOI :

Cette publication peut être reproduite, en tout ou en partie et sous quelque forme que ce soit, à des fins éducatives ou pour des services à but non lucratif, sans autorisation spéciale du titulaire du droit d'auteur, à condition que la source soit dûment mentionnée. Le Programme des Nations Unies pour l'environnement apprécierait de recevoir un exemplaire de toute publication utilisant cette publication comme source.

Aucune utilisation de cette publication ne peut être faite à des fins de revente ou pour tout autre objectif commercial, sans autorisation écrite préalable du Programme des Nations Unies pour l'environnement. Les demandes d'autorisation, accompagnées d'une déclaration précisant l'objet et l'étendue de la reproduction, doivent être adressées à unep-communication-director@un.org.

Avertissements

Les appellations utilisées et la présentation du contenu de cette publication n'impliquent aucune prise de position de la part du Secrétariat des Nations Unies concernant le statut juridique de quelque pays, territoire, ville ou autorité que ce soit, ni concernant la délimitation de ses frontières ou limites.

La mention de noms d'entreprises et de produits commerciaux dans ce document n'implique en aucun cas une approbation de la part du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) ou des auteurs. L'utilisation des informations contenues dans ce document à des fins publicitaires ou promotionnelles est interdite. Les noms et symboles de marques sont utilisés à des fins éditoriales, sans intention de violer les lois sur les marques ou le droit d'auteur.

Les opinions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du Programme des Nations Unies pour l'environnement. Nous regrettons toute erreur ou omission qui aurait pu être commise involontairement.

© Cartes, photos et illustrations telles que spécifiées

Référence suggérée

Programme des Nations Unies pour l'environnement (2026).....

Production : Programme des Nations Unies pour l'environnement (2026).

<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/49319>

Photo de couverture :



Supported by



In collaboration with



Remerciements

L'élaboration de la *méthodologie du Plan d'Action National Régional pour le Refroidissement au Moyen-Orient et en Afrique du Nord (MENA)* est le fruit d'un processus collaboratif et s'appuie sur l'expertise de la Cool Coalition du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), en partenariat avec le Centre régional pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (RCREEE), Coalition pour le climat et l'air pur (Climate & Clean Air Coalition) et Cool Coalition's partners, qui incluent un groupe diversifié d'organisations internationales spécialisées dans le refroidissement.

Direction : Lily Riahi (Secrétariat de la Cool Coalition)

Conception et mise en page : Fabrice Belaire

Le guide a été préparé par : Omar Abdelaziz (Université américaine du Caire), Manjeet Singh et Amr Seleem (UNEP Cool Coalition) et Maged Mahmoud et Mostafa Hasaneen (RCREEE).

La méthodologie est basée sur la Cool Coalition Global NCAP Methodology 2021, et la contextualisation pour la région MENA est conduite par le PNUE et le RCREEE, en partenariat avec SEforALL, le PNUD, Cool Up, et le Groupe de la Banque africaine de développement, dans le cadre de la Cool Coalition et avec le soutien de la Coalition pour le climat et l'air pur. Nous remercions sincèrement Denise San Valentin (CCAC), Roberto Borjabad Garcia, Srinidhi Ravishankar (UNEP Cool Coalition), Al Shaymaa EL Shafey (RCREEE), Mohamed Sadeq (RCREEE), Etienne Gonin (UNDP), Ben Hartley et Rosa Garcia (SEforAll), Jalel Chabchoub (AfDB) et Jakob Hoffman (Cool Up) pour leurs contributions significatives au développement de ce guide. Merci à Benjamin Hickman, Leyla Prezelin, Alexandra Mutungi (PNUE), Marco Duran (IIR) pour leurs commentaires et leurs contributions. La méthodologie a tiré parti des conseils importants du groupe consultatif régional MENA NCAP et des membres du groupe de travail mondial NCAP de la Cool Coalition.

Pour tout commentaire ou remarque concernant cette méthodologie, nous vous invitons à nous contacter à l'adresse unepcoolcoalition@un.org. Vos avis et suggestions sont précieux alors que nous poursuivons le développement de cette méthodologie.

Résumé exécutif

L'urgence d'un refroidissement durable au Moyen-Orient et en Afrique du Nord (MENA) est criante, étant donné que la plupart des pays de la région sont classés comme des pays à température ambiante élevée (HAT), dont beaucoup subissent un stress thermique supplémentaire dû à une humidité élevée. Le rapport « Chilling Prospects » de SEforALL souligne que la quasi-totalité des pays de la région MENA sont confrontés à des risques moyens à élevés d'accès insuffisant au refroidissement, ce qui met en évidence le besoin crucial de solutions inclusives et équitables, à la fois comme impératif de développement et comme réponse fondamentale à l'adaptation au changement climatique. Alors que 78 % de la population de la région MENA est menacée par un accès insuffisant à la climatisation, des stratégies équitables et durables sont essentielles à la résilience climatique.

Bien que plusieurs pays aient introduit des normes minimales de performance énergétique (MEPS) et des codes de construction énergétique, les progrès restent ralentis en raison d'ambitions variables, de capacités limitées d'application et d'une surveillance du marché fragmentée. La dépendance à des systèmes de climatisation à faible rendement, qui utilisent souvent des HCFC ou sont en transition vers les HFC, reste très répandue. Il est essentiel de passer à des solutions ultra-efficaces et respectueuses du climat, notamment des fluides frigorigènes à faible PRG, des mesures de refroidissement passif et des technologies de pointe telles que les systèmes à onduleur, ainsi que des approches évolutives comme le refroidissement urbain, mais leur adoption est freinée par des coûts initiaux élevés et un accès limité au financement.

La méthodologie in french (Plan national d'action¹ pour le MENA offre un académique et adaptable aux pays du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord pour développer des Plans d'Action Nationaux pour le Refroidissement (NCAP) robustes. Ce « document vivant et vert » est conçu pour s'adapter aux expériences régionales en cours et aux efforts de mise en œuvre nationaux, garantissant ainsi sa pertinence continue dans la recherche d'un refroidissement durable. Il offre une approche flexible et structurée qui aide les pays de la région MENA à aligner leurs stratégies de refroidissement sur les engagements climatiques mondiaux, tels que l'amendement de Kigali, l'accord de Paris et l'ambitieux engagement mondial en faveur du refroidissement, tout en restant ancrés dans les priorités locales. La méthodologie traite spécifiquement des défis régionaux uniques auxquels la région MENA est confrontée, notamment les températures extrêmes, l'accès limité au refroidissement, la fragmentation des réglementations et la persistance de technologies obsolètes. Elle met également l'accent sur des aspects essentiels tels que l'égalité des sexes (de genre ou entre hommes et femmes) et l'inclusion sociale, en facilitant l'accès au financement climatique et en favorisant les partenariats techniques, tout en promouvant des approches politiques harmonisées.

D'après les premières analyses de marché, le refroidissement résidentiel et les chaînes du froid constituent des secteurs prioritaires en raison de leur forte demande, de leur impact direct sur la santé, la sécurité alimentaire et la productivité, ainsi que de leur fort potentiel en matière d'efficacité énergétique et de réduction des émissions. Au fil du temps, les NCAP plus larges pourront également traiter du refroidissement dans les bâtiments commerciaux et publics, les processus industriels, les centres de données et la réfrigération dans le transport, à mesure que la disponibilité des données s'améliorera.

La méthodologie cNCAP MENA propose une approche structurée, commençant par une évaluation approfondie du paysage actuel du refroidissement, incluant les tendances de la demande, les technologies existantes, les cadres politiques et la dynamique du marché. Cette phase d'évaluation, cruciale pour comprendre les défis et opportunités propres à chaque pays, est suivie d'une phase de planification stratégique au cours de laquelle les pays peuvent définir des objectifs ambitieux mais réalisables pour un refroidissement durable. La méthodologie permet d'identifier les interventions clés, les instruments politiques et les mécanismes financiers nécessaires à la réalisation de ces objectifs. Enfin, elle présente un cadre de mise en œuvre, mettant l'accent sur la mobilisation des parties prenantes, le renforcement des capacités et un suivi et une évaluation rigoureux. En suivant ce cadre adaptatif, les pays peuvent s'assurer que leurs NCAP sont non seulement techniquement solides, mais également politiquement réalisables et économiquement viables, favorisant ainsi une transition juste vers un refroidissement durable.

1 Méthodologie cNCAP MENA – Méthodologie NCAP MENA contextualisée

Table des matières

Remerciements	3
Résumé exécutif	4
Table des matières	5
Liste des figures	6
Liste des encadrés	6
Liste des tableaux	6
Liste des abréviations	7
01 Introduction	8
01.1 Le rôle des plans d'action nationaux pour le refroidissement (NCAPS) dans la région MENA	10
02 Le contexte du refroidissement dans la région MENA	16
02.2 Refroidissement passif	18
02.3 Efficacité énergétique des équipements	19
02.4 Technologies de refroidissement durables	20
02.4.1 Chaînes du froid (Rapport du PNUE sur les chaînes du froid, Initiative sur les chaînes du froid)	20
02.4.2 Gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (Rapport du TF du TEAP)	22
02.4.3 Intégration des énergies renouvelables	25
02.4.4 Conservation et efficacité énergétique	26
02.5 Intégration aux objectifs climatiques et de développement	29
03 cNCAP MENA Processus de développement	32
03.1 Aperçu du développement du programme NCAP	33
03.2 Étape I : Évaluation contextuelle et planification	34
03.2.1 Étape 1 : Cartographie du contexte national	34
03.2.2 Étape 2 : Planification et travaux préparatoires du NCAP	40
03.3 Étape II : Évaluation des besoins en refroidissement	42
03.3.1 Étape 3 : Évaluation sectorielle de la demande actuelle et future de refroidissement	42
03.3.2 Étape 4 : Recommandations et solutions spécifiques à chaque secteur	47
03.4 Étape III : Synthèse et élaboration du NCAP	49
03.4.1 Étape 5 : Intégration	49
03.4.2 Étape 6 : Élaboration des recommandations du NCAP	51
03.4.3 Étape 7 : Document NCAP	55
03.5 Étape IV : Cadre de mise en œuvre, suivi, rapport et évaluation du programme cNCAP	56
03.5.1 Étape 8 : Établir un cadre de mise en œuvre	56
03.5.2 Étape 9 : Établir un cadre MRE/MVE	57
04 Perspectives d'avenir: Relever les défis régionaux et promouvoir le refroidissement durable au Moyen-Orient et en Afrique du Nord	60
05 Études de cas	61
Cas 1 Évaluation sectorielle actuelle et future de la demande de refroidissement en Jordanie	62
Cas 2 Cartographie du contexte national en Égypte (Cool-Up)	63
Cas 3 MEPS au Liban	63
Cas 4 Codes du bâtiment améliorés	64
Cas 5 Refroidissement passif dans les bâtiments	64
Cas 6 Accès au refroidissement par refroidissement passif	65
Cas 7 Financement	65
Cas 8 Efficacité énergétique, LRM et transition des fluides frigorigènes	66
Cas 9 Comblant le fossé en matière d'accès au refroidissement – Solutions évolutives	67

Liste des figures

Figure 1	Rôles et axes d'action des NCAP.....	10
Figure 2	Pays membres du RCREEE. Population et pourcentage à risque d'accès au refroidissement [2023].....	20
Figure 3	Stock de RAC par habitant par rapport aux degrés-jours de refroidissement pour dix-sept pays de la région MENA.....	21
Figure 4	Sous-secteurs de la chaîne du froid, besoins de la région MENA et taux d'accès actuels (indicatif). 16	
Figure 5	Étapes de développement du programme NCAP – aperçu.....	28
Figure 6	Étapes de la phase I du processus de développement NCAP typique.Sc.....	29
Figure 7	Étapes de la phase II du processus de développement du NCAP.....	36
Figure 8	Activités clés de l'étape 3 du processus de développement du NCAP.....	38
Figure 9	Résumé de l'étape III du processus de développement du NCAP.....	44
Figure 10	Résumé de l'étape IV du processus de développement du NCAP.....	54
Figure 11	Perspectives du programme Cool Up et mesures d'atténuation.....	66
Figure 12	Résidence Dar Al-Oqoud à Amman, Jordanie.....	69
Figure 13	Projet KONN Modular Homes.....	65

Liste des encadrés

Encadré 1	Systèmes de refroidissement urbain.....	30
Encadré 2	Besoins en refroidissement satisfaits et non satisfaits.....	45
Encadré 3	Ressources supplémentaires.....	50
Encadré 4	Considérations relatives à l'intégration dans les NDC– Approche (Cool Coalition).....	52
Encadré 5	Considérations relatives à l'intégration de la CND – options politiques (CCAC) : Le guide NDC de la Coalition pour le climat et l'air pur (CCAC) inclut	52

Liste des tableaux

Tableau 1	Définition du risque d'accès au refroidissement... 19	
Tableau XXY	Charge, efficacité de récupération sur la durée de vie, charge initiale restante et estimations dans le pire des cas des facteurs d'émission de charge au moment de la charge et fuite de fonctionnement annuelle.....	26
Tableau 2	Principales politiques climatiques liées au refroidissement, montrant les opportunités par rapport aux risques de l'inaction.....	33
Tableau 3	Considérations relatives aux données pour la cartographie de haut niveau des pays de la région MENA.....	38-39
Tableau 4	Directives qualitatives pour l'étape 1 du cNCAP MENA.....	40-41
Tableau 5	Directives qualitatives pour l'étape 2 du cNCAP MENA.....	43
Tableau 6	Directives qualitatives pour l'étape 3 du cNCAP MENA.....	46
Tableau 7	Directives qualitatives pour l'étape 4 du cNCAP MENA.....	49
Tableau 8	Directives qualitatives pour l'étape 6 du cNCAP MENA.....	55
Tableau X	Exemple de matrice de priorisation pour les mesures de refroidissement durable.....	56
Tableau XX	Directives qualitatives pour l'étape 8 du cNCAP MENA.....	59
Tableau 9	Directives qualitatives pour l'étape 9 du cNCAP MENA.....	60
Tableau 10	Exemples de composants MVE pour les différentes activités – pertinents pour la région MENA.....	61

Liste des abréviations

AC	Air Conditioning	KIP	Kigali Implementation Plan
AI	Artificial Intelligence	LRM	Lifecycle Refrigerant Management
APF	Annual Performance Factor	MDB	Multilateral Development Bank
AT&C	Aggregate Technical and Commercial	MENA	Middle East and North Africa
BAU	Business As Usual	MEPS	Minimum Energy Performance Standard
BTR	Biennial Transparency Reports	MLF	Multilateral Fund Secretariat
CaaS	Cooling as a Service	MRE	Monitoring, Reporting, and Evaluation
CAPEX	Capital Expenditure	MVE	Monitoring Verification and Enforcement
CBE	Central Bank of Egypt	NCAP	National Cooling Action Plan
CC	Cool Coalition	NDB	National Development Bank
CCAC	Climate and Clean Air Coalition	NDC	Nationally Determined Contributions
CDD	Cooling Degree Days	NEEAPs	National Energy Efficiency Action Plans
cNCAP	contextualized National Cooling Action Plan	NEEREA	National Energy Efficiency and Renewable Energy Action
COP	Coefficient of Performance	NGO	Non-Governmental Organization
COPH	Heating Coefficient of Performance	NOU	National Ozone Unit
CSO	Civil Society Organization	NPFC	National Policy Framework for Cooling
CSPF	Cooling Season Performance Factor	NREAPs	National Renewable Energy Action Plans
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development	ODP	Ozone Depleting Potential
EE	Energy Efficiency	ODS	Ozone Depleting Substance
EER	Energy Efficiency Ratio	OPEX	Operating Expenditure
EFT	Enhanced Transparency Framework	PNME	National Energy Efficiency Program
EOL	End of Life	PPP	Public-Private Partnerships
FAO	Food and Agriculture Organization	PV	Solar Photovoltaic
FNMEERC	Fund for the Management of Energy and Renewable Energies and Cogeneration	PVT	Hybrid solar photovoltaic-thermal
GCF	Green Climate Fund	RAC	Room Air Conditioning
GCP	Global Cooling Pledge	RBf	Results-Based Financing
GEFF	Green Economy Financing Facility	RCEEE	Regional Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency
GFCCC	Global Food Cold Chain Council	RH	Relative Humidity
GWP	Global Warming Potential	SDGs	Sustainable Development Goals
HAT	Extreme High Ambient Temperature	SECAPs	Sustainable Energy and Climate Action Plans
HCFC	Hydrochlorofluorocarbon	SEER	Seasonal Energy Efficiency Ratio
HEPS	High Energy Performance Standard	SEforALL	Sustainable Energy for All
HFC	Hydrofluorocarbon	TEAP	Ozone Secretariat Technology and Economic Assessment Panel
IEA	International Energy Agency	TF	Task Force
IEEHA	Italian Energy-Efficient Home Appliances Program	UN	United Nations
IFI	International Financial Institution	UNDP	United Nations Development Programme
IMF	International Monetary Fund	UNEP	United Nations Environment Programme
IoT	Internet of Things	WHO	World Health Organization
JREEEF	Jordanian Renewable Energy & Energy Efficiency Fund	YSDN	Youth Sustainable Development Network

01 Introduction

La région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA) est confrontée à un ensemble particulier de défis en matière de refroidissement, façonnés par ses conditions climatologiques, socioéconomiques et infrastructurelles uniques. Dans les [pays de la région MENA](#), plusieurs facteurs critiques rendent nécessaire une action coordonnée en matière de refroidissement, notamment :

- Des environnements à température ambiante extrêmement élevée (HAT) qui créent des besoins de refroidissement de base substantiels, certaines zones connaissant des températures supérieures à 50 °C pendant les mois d'été². Cela exerce une pression extraordinaire sur les systèmes de refroidissement, rendant le refroidissement durable indispensable.
- De profondes inégalités d'accès au refroidissement affectent de manière disproportionnée les populations vivant sous le seuil de pauvreté, tant en milieu rural qu'urbain, les rendant extrêmement vulnérables aux risques liés à la chaleur. [De plus, les risques liés à la chaleur et l'accès insuffisant à la climatisation ont des répercussions différenciées sur la santé et les moyens de subsistance selon le sexe, en particulier pour les femmes enceintes et âgées, les personnes atteintes de maladies chroniques et les femmes à faible revenu travaillant dans des environnements informels extérieurs et intérieurs.](#)
- Les chaînes du froid alimentaires et médicales sous-développées compromettent la sécurité alimentaire, réduisent les revenus agricoles et entravent la prestation des soins de santé, notamment pour les vaccins et les médicaments thermosensibles.
- Les capacités techniques pour une gestion efficace des fluides frigorigènes sont limitées durant cette période de transition critique vers l'abandon des fluides frigorigènes à fort potentiel de réchauffement global (PRG).
- La faible pénétration du marché des technologies de refroidissement écoénergétiques et respectueuses du climat, ainsi que l'adoption limitée des stratégies privilégiant les fluides passifs, sont dues à des obstacles économiques, des lacunes politiques et une sensibilisation insuffisante des consommateurs et de l'industrie.



Ces défis régionaux communs constituent toutefois une opportunité majeure pour des approches collaboratives qui transcendent les frontières nationales tout en tenant compte des circonstances propres à chaque pays. Le Plan d'action national pour le refroidissement (NCAP) constitue un cadre stratégique permettant de gérer de manière proactive la demande croissante en refroidissement, de façon durable, équitable et respectueuse du climat. Les NCAP offrent une approche structurée permettant aux gouvernements d'aligner la volonté politique, de définir des objectifs clairs et réalisables, et de coordonner les efforts à travers divers secteurs pour passer à des technologies de refroidissement économes en énergie et à faibles émissions.

De plus, l'harmonisation de ces plans et des politiques associées au-delà des frontières, c'est-à-dire à l'échelle régionale, combinée à la convergence des cadres réglementaires tels que les Normes minimales de performance énergétique (MEPS), l'étiquetage des produits et les protocoles de gestion des frigorigènes, permet de créer un environnement cohérent et prévisible. Cela simplifie non seulement considérablement le suivi des progrès collectifs et garantit la transparence, mais favorise également, de manière cruciale, le développement de marchés commerciaux intégrés et élargis. La réduction des barrières commerciales et la normalisation des exigences encouragent la circulation des technologies de refroidissement efficaces et à faible impact, favorisant les économies d'échelle, stimulant l'innovation régionale et accélérant, en fin de compte, la transition vers un refroidissement durable dans l'ensemble de la région.

Dans ce contexte, il est essentiel d'adapter la méthodologie globale des NCAP à la région MENA afin de répondre aux défis spécifiques du refroidissement régional, de réduire les impacts environnementaux négatifs et de garantir l'accès à ce service essentiel pour tous.

Ce document présente la méthodologie contextualisée du Plan d'action national pour le refroidissement pour les pays de la région MENA (cNCAP MENA), un cadre méthodologique qui adapte les meilleures pratiques mondiales au contexte spécifique du refroidissement dans la région. Le cadre cNCAP MENA constitue une base stratégique permettant aux gouvernements d'élaborer des Plans d'action nationaux pour le refroidissement adaptés à leur contexte, comprenant notamment :

- Des objectifs complets et mesurables pour les mesures de refroidissement (par exemple, l'amélioration de l'efficacité énergétique, la réduction des émissions, l'amélioration de l'accès et/ou la réduction progressive des HFC) assortis d'échéanciers de mise en œuvre clairs
- Des stratégies sectorielles spécifiques couvrant la climatisation des bâtiments, la réfrigération, la chaîne du froid et la climatisation mobile.
- Des mesures opérationnelles destinées à divers parties prenantes, notamment les ministères gouvernementaux, les associations industrielles et les organisations de la société civile.
- Des objectifs quantifiables visant l'amélioration de l'efficacité énergétique et la gestion durable des frigorigènes.
- Des mécanismes solides de suivi et d'évaluation afin de garantir la redevabilité et de permettre une gestion adaptative.

L'expérience montre que l'élaboration d'un Cadre national de politique pour le refroidissement (NPFC) constitue une étape préliminaire précieuse avant d'entreprendre un processus complet d'élaboration d'un Plan d'action national pour le refroidissement (NCAP). Un NPFC efficace énonce la vision stratégique du gouvernement en matière de refroidissement durable, établit des principes fondamentaux et définit l'architecture institutionnelle nécessaire à une action coordonnée. Cette base permet ensuite de développer les éléments techniques, financiers et opérationnels détaillés dans le cadre d'un NCAP complet.

01.1 Le rôle des plans d'action nationaux pour le refroidissement (NCAPS) dans la région MENA

Dans la région MENA, le rôle du NCAP s'articule autour de six axes prioritaires, comme illustré à la figure 1.

Figure 1 Rôles et axes d'action des NCAP



Le Liban a développé son NCAP³, la Jordanie⁴ se trouve à un stade avancé et l'Égypte⁵ à un stade intermédiaire dans le processus de développement de son Plan d'Action National de Refroidissement (NCAP).

Dans le cadre de la Cool Coalition, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP), le RCREEE, la Coalition pour le climat et l'air pur (CCAC), ainsi que leurs partenaires UNDP, SEforAll, la Banque africaine de développement et le programme Cool Up ont conjointement développé la contextualisation régionale de la méthodologie globale des NCAP de la Cool Coalition pour la région MENA.

Le développement du CNCAP pour la région MENA a été guidé par un Groupe consultatif régional sur le refroidissement composé d'experts des États membres du RCREEE. La contextualisation s'est appuyée sur des consultations individuelles avec huit pays membres (Algérie, Égypte, Koweït, Irak, Jordanie, Liban, Maroc et Soudan), représentant la diversité des pays de la région MENA.

2 Progress, Opportunities, and Insights, Numéro 3 – programme Cool Up, consulté le 17 mars 2025, https://www.coolupprogramme.org/wp-content/uploads/2024/12/Cool-Up_MENA-Region-Cooling-Status-Report_Issue-3.pdf, page 7. Consulté le 18 mars 2025.

3 Guidance for Integrating Efficient Cooling in National Policies in Lebanon, <https://www.undp.org/lebanon/publications/guidance-integrating-efficient-cooling-national-policies-lebanon>, dernière consultation le 18 mars 2025

4 Jordan Finalizes National Cooling Action Plan to Drive Sustainable Cooling Transformation, <https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/news/jordan-finalizes-national-cooling-action-plan-to-drive-sustainable-cooling-transformation/>, dernière consultation le 18 mars 2025.

5 Kick-off of Egypt's National Cooling Action Plan, <https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/news/kick-off-of-egypts-national-cooling-action-plan/>, dernière consultation le 18 mars 2025

1. Définir des objectifs opérationnels visant à élargir l'accès au refroidissement, à réduire les dommages environnementaux et à maximiser les avantages socio-économiques.



Treize des dix-sept États membres du RCREEE dans la région MENA font face à des déficits importants d'accès au refroidissement, comme le souligne le rapport Chilling Prospects (suivi du refroidissement durable pour tous) de SEforALL.⁶ Parmi eux, neuf sont classés comme « pays à fort impact », c'est-à-dire qu'ils devraient connaître des températures élevées persistantes, avec de larges populations exposées à des risques élevés en raison d'un accès limité à l'électricité et de niveaux de pauvreté élevés.

Alors que trois pays de la région ont élaboré ou sont en cours d'élaboration de Plans de mise en œuvre de Kigali (KIP), de nombreux autres ne l'ont pas encore fait et continuent de dépendre de frigorigènes à fort potentiel de réchauffement global (PRG) et/ou appauvrissant la couche d'ozone (ODP), ce qui présente des risques environnementaux importants. De plus, les fortes disparités dans l'adoption des Normes minimales de performance énergétique (MEPS) pour les équipements de refroidissement continuent de freiner les progrès. Si des pays comme le Maroc, l'Égypte, l'Algérie et Bahreïn ont mis en place des programmes solides, d'autres en sont encore aux premières étapes de planification ou d'élaboration des politiques.

Pour assurer un accès durable et équitable au refroidissement, il est essentiel de définir des objectifs visant à : 1) étendre l'accès au refroidissement, en priorisant les populations les plus exposées aux risques ; 2) optimiser la demande de refroidissement en tirant parti des stratégies de refroidissement passif dans les bâtiments ; 3) accélérer la réduction progressive des frigorigènes à fort PRG et ODP ; 4) promouvoir des chaînes du froid économes en énergie afin de garantir la résilience de la chaîne d'approvisionnement alimentaire ; 5) harmoniser et renforcer les MEPS, tout en maximisant les bénéfices socio-économiques de ces transitions. Ensemble, ces actions peuvent générer des bénéfices socio-économiques significatifs pour les populations et pour la planète.

Enfin, les NCAP dans la région MENA devraient également intégrer des mesures d'adaptation au changement climatique dans les stratégies de refroidissement, afin de répondre à la vulnérabilité de la région face aux chaleurs extrêmes. Ils devraient également traiter la question de l'accessibilité financière des solutions de refroidissement durable pour les ménages à faible revenu, afin de garantir un accès équitable et d'éviter un élargissement du déficit d'accès au refroidissement.

2. Rassembler les parties prenantes concernés afin de coordonner l'efficacité énergétique avec la réduction progressive des HFC



La mise en place d'un refroidissement durable nécessite une stratégie globale : protéger les populations grâce à des solutions de refroidissement abordables, accessibles, sûres et fiables ; réduire la demande de refroidissement par des mesures passives (par exemple, des solutions basées sur la nature ou des conceptions de bâtiments avancées) ; améliorer l'efficacité énergétique via des MEPS supérieures ; passer à des fluides frigorigènes à faible potentiel de réchauffement global (PRG), notamment en réduisant progressivement les HFC⁷, utiliser les technologies « not-in-kind/technologies alternatives non conventionnelles » (NIK) et « District Cooling/ refroidissement urbain » (DC), capables de réduire la consommation d'énergie et de limiter, voire d'éliminer, le recours aux frigorigènes ; recourir à des solutions de refroidissement alimentées par les énergies renouvelables ; et enfin, s'appuyer sur l'action collective de tous les acteurs impliqués, plutôt que de se limiter à des efforts individuels. Dans la région MENA, les secteurs du bâtiment, des équipements et des fluides frigorigènes ont historiquement fonctionné de manière indépendante, freinant ainsi les progrès intégrés. Pour coordonner efficacement l'efficacité énergétique, les économies d'énergie et la transition vers des fluides frigorigènes durables, un cadre de collaboration solide est indispensable. Les codes et normes constituent des outils essentiels pour faciliter cette collaboration, en fédérant les parties prenantes clés afin d'optimiser les synergies et d'accélérer la transition vers des pratiques de refroidissement durables.

Il n'existe aucune entité gouvernementale unique responsable de l'ensemble des activités liées au refroidissement durable. Le refroidissement est un domaine multisectoriel, généralement couvert par différentes directives relevant de plusieurs ministères et agences gouvernementales, notamment dans les domaines de l'énergie, de l'environnement, de l'eau, de l'urbanisme, de l'agriculture, de la santé, des finances, du commerce, de l'industrie, du tourisme et de l'enseignement supérieur.

Il convient de mettre en place un groupe de travail sur le refroidissement afin de promouvoir la collaboration interministérielle entre les ministères et organismes concernés. Les NCAP garantissent la cohérence et la continuité des politiques relatives à l'efficacité énergétique, à la transition des frigorigènes, aux codes du bâtiment et au développement urbain. Ils facilitent également la mutualisation des ressources et des expertises issues de différents secteurs pour atteindre des objectifs communs en matière de refroidissement. Les NCAP favorisent la mise en œuvre intégrée des stratégies de refroidissement à travers les différents secteurs, optimisant les synergies et évitant la duplication des efforts.

⁶ Chilling Prospects: Tracking Sustainable Cooling for All 2025, <https://www.seforall.org/data-stories/chilling-prospects-2025>, accessed August 5, 2025.

⁷ MENA Region Cooling Status Report, https://www.coolupprogramme.org/wp-content/uploads/2023/12/Cool-Up_MENA-Region-Cooling-Status-Report_Issue-2.pdf, accessed March 18th, 2025.

3. Fournir une base factuelle solide afin de renforcer l'ambition climatique et d'intégrer le refroidissement dans les contributions déterminées au niveau national (NDC) ainsi que dans les politiques relatives au changement climatique et à l'énergie.



Un bilan environnemental complet du refroidissement est fondamental pour accroître les ambitions climatiques. Actuellement, la région MENA est confrontée à un déficit de données vérifiables sur le refroidissement, ce qui entrave l'évaluation précise des émissions directes⁸ et indirectes⁹. Bien que certains pays aient réussi à rapporter les émissions directes de HFC via les Rapports biennaux de transparence (BTR)¹⁰, la quantification essentielle des émissions indirectes demeure une lacune importante. Les NCAP sont essentiels pour combler cette lacune. Ils permettent d'établir des références solides pour les émissions et la consommation d'énergie liées au refroidissement et de développer des projections futures selon différents scénarios d'intervention. Ces projections fournissent une base de preuves solide pour renforcer de manière tangible l'ambition climatique. De plus, l'intégration stratégique des impacts quantifiés du refroidissement dans les Contributions déterminées au niveau national (NDC) ainsi que dans les politiques plus larges relatives au changement climatique et à l'énergie est primordiale. Cette intégration devrait être harmonisée avec les Plans d'action nationaux pour l'efficacité énergétique (NEEAP) afin de maximiser les synergies entre les mesures d'efficacité du refroidissement et les objectifs globaux de performance énergétique, tout en s'alignant sur les Plans d'action nationaux pour les énergies renouvelables (NREAP) afin d'accélérer le déploiement des systèmes de refroidissement alimentés par les énergies renouvelables. De plus, l'intégration de stratégies de refroidissement dans les Plans d'action énergie-climat durables (SECAPs) garantira une coordination complète aux niveaux municipal et régional. Cette intégration permettra non seulement de consolider le rôle du refroidissement dans les stratégies climatiques nationales, mais aussi de débloquer l'accès à des ressources financières élargies, au-delà des investissements traditionnels dans le secteur du refroidissement, pour soutenir les transitions nécessaires.

4. Établir une volonté politique forte et définir des orientations nationales claires et structurantes.



Les NCAP jouent un rôle central en renforçant l'engagement politique et en le traduisant en directives nationales concrètes¹¹. Le processus d'élaboration des NCAP est fondamentalement collaboratif, nécessitant une participation active des secteurs public, privé et civil. Cette approche inclusive favorise une compréhension approfondie des complexités du secteur du refroidissement, tout en sensibilisant aux impacts environnementaux, économiques et sociaux. Le NCAP favorise la volonté politique grâce à :

- Faciliter de larges consultations avec les parties prenantes, en veillant à la prise en compte de divers points de vue.
- Établir un consensus sur les objectifs stratégiques et les modalités de mise en œuvre.
- Obtenir l'adhésion des parties prenantes concernées, notamment des ministères sectoriels, grâce à une participation active.
- Démontrer les avantages du refroidissement durable, en accord avec les objectifs nationaux de développement.

8 Les émissions directes désignent le rejet direct de gaz réfrigérants dans l'atmosphère. Ces émissions se produisent lors de la fabrication, de l'utilisation (fuites), de l'entretien et de la mise au rebut des équipements de climatisation, de réfrigération et de pompes à chaleur (RACHP).

9 Les émissions indirectes désignent le rejet de GES dans l'atmosphère dû au fonctionnement des équipements de cogénération ; celles-ci sont principalement liées à la consommation d'énergie.

10 Le rapport de transparence biennal est l'instrument central de communication d'informations établi par l'article 13 de l'Accord de Paris, dans le cadre du dispositif de transparence renforcée (ETF). Il s'agit d'un rapport que les Parties à l'Accord de Paris soumettent tous les deux ans, détaillant leurs progrès en matière d'action climatique, y compris : les émissions de GES, les efforts pour atteindre leurs NDC, l'adaptation au changement climatique, ainsi que le soutien apporté et reçu. Il constitue un élément clé du Cadre renforcé de transparence (ETF) dans le cadre de l'Accord de Paris, conçu pour suivre les progrès réalisés vers l'atteinte des objectifs de l'Accord.

11 Événement parallèle – Plans d'action nationaux de refroidissement MENA - Cool Coalition, 2025, <https://coolcoalition.org/side-event-mena-national-cooling-action-plans/>, consulté le 18 mars 2025.

5. Stimuler la gouvernance et orienter les signaux du marché afin de favoriser les investissements.



Gouvernance Un NCAP est un outil puissant pour renforcer la gouvernance dans le secteur du refroidissement. Sa force principale réside dans sa capacité à dépasser les cloisonnements sectoriels et à promouvoir une approche holistique et intégrée du refroidissement durable. Dans la région MENA, où divers agendas gouvernementaux se croisent, un NCAP constitue un mécanisme de coordination essentiel pour aligner le refroidissement sur les objectifs de développement national tout en favorisant la collaboration interministérielle. Dans la région MENA, un NCAP bien structuré peut :

- Établir un cadre politique à long terme : Les NCAP définissent les objectifs, cibles et stratégies nationales pour un refroidissement durable, offrant une orientation politique cohérente et contribuant à la stabilité des politiques. Ils sont également responsables de l'harmonisation de ces politiques entre différents secteurs (énergie, environnement, construction, etc.) et de la réduction des incohérences réglementaires.
- Renforcer la capacité réglementaire : Les NCAP identifient les lacunes dans la réglementation existante et recommandent les mises à jour nécessaires ou de nouvelles législations, telles que le renforcement des normes minimales d'efficacité énergétique (MEPS), des calendriers de réduction des frigorigènes, des codes du bâtiment améliorés et des mesures de refroidissement passif, ainsi que la définition d'un cadre réglementaire pour permettre le refroidissement urbain. Ils soutiennent également le renforcement des capacités des agences réglementaires, assurant une application efficace des règles.
- Améliorer la coordination et la transparence : Les NCAP établissent un mécanisme de coordination national, facilitant la collaboration entre agences gouvernementales, industries et autres parties prenantes pour des politiques cohérentes et bien informées. Ils favorisent la collecte de données et la transparence, permettant une prise de décision éclairée et le suivi des progrès réalisés.
- Promouvoir la redevabilité : Les NCAP définissent des objectifs et des indicateurs mesurables, permettant un suivi et une évaluation réguliers des progrès, et mettent en place des mécanismes de rapport pour suivre la mise en œuvre et garantir la redevabilité.

Investissement : Ils fournissent le cadre de gouvernance et les signaux de marché nécessaires pour attirer la participation du secteur privé, mobiliser des ressources financières et accélérer la transition vers un secteur du refroidissement respectueux du climat. Cela favorise la préparation du marché et renforce l'écosystème du refroidissement durable, notamment par le renforcement des capacités des techniciens, l'amélioration de la sensibilisation du marché et l'utilisation des technologies efficaces disponibles. Dans la région MENA, où les investissements dans le secteur du refroidissement sont souvent limités, un NCAP peut :

- Permettre le développement de projets de refroidissement durable bancables : Les NCAP fournissent une vision à long terme et une orientation politique claire, réduisant l'incertitude pour les investisseurs, et signalent l'engagement des gouvernements en faveur du refroidissement durable, ce qui encourage la participation du secteur privé.
- Stimuler la demande pour des technologies de refroidissement durables : Les NCAP favorisent l'adoption de technologies de refroidissement économes en énergie et à faible PRG grâce à des MEPS, des normes de haute performance énergétique, des directives d'achats durables, des systèmes d'étiquetage et des campagnes de sensibilisation, et encouragent également le développement des capacités locales de fabrication et de services pour les solutions de refroidissement durable. Les campagnes de sensibilisation devraient cibler efficacement les femmes et les hommes, afin de garantir que les décideurs au sein des ménages, en fonction de leurs besoins et préférences, soient bien informés en matière de solutions de refroidissement écoénergétiques.
- Mobiliser des incitations financières : Les NCAP identifient des opportunités d'incitations financières, telles que les subventions, les allègements fiscaux et les obligations vertes, afin de soutenir les investissements dans le refroidissement durable et de faciliter l'accès aux financements climatiques internationaux et à l'aide au développement.
- Promouvoir les partenariats public-privé (PPP) : Les NCAP identifient des opportunités de PPP dans des domaines tels que le refroidissement de quartier, la rénovation des bâtiments et la récupération et le recyclage des frigorigènes, tout en réduisant les risques liés aux investissements privés grâce à un soutien gouvernemental.
- Exploiter des mécanismes financiers innovants : Les NCAP peuvent tirer parti du financement climatique, du financement mixte, du financement basé sur les résultats (RBF) et de modèles tels que le Cooling as a Service/ le refroidissement en tant que service (CaaS) afin d'attirer les investissements privés, de réduire les coûts initiaux et d'accélérer l'adoption de technologies de refroidissement durables.

En établissant un cadre politique global, le NCAP oriente les mesures réglementaires, les mécanismes d'incitation et les stratégies d'investissement. Il fournit une feuille de route claire pour atteindre les objectifs nationaux en matière de refroidissement, en garantissant la redevabilité et une coordination efficace. Cela se traduit par :

- la définition d'objectifs clairs et mesurables, assortis de calendriers de mise en œuvre ;
- le développement de cadres réglementaires pour les MEPS, la transition des frigorigènes et les codes du bâtiment ;
- la mise en place d'un mécanisme national de coordination ;
- la définition d'une vision à long terme, garantissant la bancabilité des projets de refroidissement et la stabilité des investissements ;
- l'identification des priorités d'investissement en matière d'infrastructures et de renforcement des capacités ;
- l'identification et la promotion d'incitations financières en faveur des technologies de refroidissement durables.

6. Promouvoir une approche synergique tirant parti des interconnexions avec les autres priorités gouvernementales, en assurant l'alignement des politiques de refroidissement à travers plusieurs secteurs et dimensions



Sa force principale réside dans sa capacité à dépasser les cloisonnements sectoriels et à promouvoir une approche holistique et intégrée du refroidissement durable. Dans la région MENA, où divers agendas gouvernementaux se croisent, un NCAP constitue un mécanisme de coordination essentiel pour aligner le refroidissement sur les objectifs de développement national tout en favorisant la collaboration interministérielle.

Les NCAP alignent le refroidissement aux objectifs de développement nationaux, notamment :

- **Santé et bien-être** : promouvoir l'accès à un refroidissement durable est particulièrement crucial pour la région, de plus en plus exposée à des chaleurs extrêmes. Une approche intégrée, combinant refroidissement passif pour réduire la demande, systèmes mécaniques optimisés et réduction progressive des fluides frigorigènes à fort potentiel de réchauffement global (PRG), est essentielle pour les populations vulnérables et pour les pays fortement touchés où une grande partie de la population est confrontée à des risques sanitaires accrus.¹²
- **Sécurité énergétique** : promouvoir l'efficacité énergétique et intégrer des technologies de refroidissement alimentées par des énergies renouvelables permet de réduire la dépendance de la région MENA aux combustibles fossiles.
- **Sécurité hydrique** : promouvoir des stratégies de refroidissement passif et intégrer des technologies de refroidissement économes en eau, telles que le refroidissement de quartier, permet de répondre à la rareté de l'eau dans la région tout en améliorant l'accès au refroidissement. Cela est également pertinent pour les centres de données, où les tours de refroidissement évaporatif traditionnelles peuvent consommer de grandes quantités d'eau, dont jusqu'à 80 % s'évapore, rendant les solutions de refroidissement efficaces essentielles.¹³
- **Sécurité alimentaire** : promouvoir des chaînes froides fiables et durables permet de réduire les pertes alimentaires.
- **Approvisionnement en fluides frigorigènes** : encourager la gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM), réduire les fuites et favoriser la récupération, le recyclage et la valorisation des fluides frigorigènes afin de limiter le gaspillage. La LRM présente également un avantage secondaire important : elle améliore l'efficacité énergétique opérationnelle en réduisant les fuites des systèmes et en assurant un fonctionnement optimal sur toute la durée de vie.
- **Aménagement urbain** : promouvoir un développement urbain durable en veillant à ce que l'aménagement urbain intègre efficacement des fonctionnalités de refroidissement durable.
- **Croissance économique** : stimuler les industries locales de fabrication et de services en mobilisant les investissements publics et privés dans les technologies de refroidissement durable. Ces technologies contribuent à la diversification économique et à la création d'emplois, tout en réduisant les pertes de productivité liées à la chaleur, s'alignant ainsi sur les stratégies économiques nationales.¹⁴

Une opportunité unique pour la région réside dans le potentiel des NCAP à servir de catalyseur pour la coopération régionale en matière de refroidissement durable, à favoriser l'harmonisation des politiques et des normes pour atteindre une échelle régionale, et à promouvoir le partage de connaissances, le transfert de technologies et les mécanismes financiers innovants. La convergence des cadres réglementaires, ainsi que des mécanismes de suivi et de vérification, et l'élargissement des marchés commerciaux, permettraient de libérer un potentiel plus important pour l'adoption à grande échelle des technologies de refroidissement durable.

¹² Les pays à fort impact sont ceux qui devraient connaître des températures élevées et persistantes, et qui comptent également d'importantes populations fortement exposées au risque de manque d'accès à la climatisation en raison de la pauvreté et des inégalités d'accès à l'électricité.

¹³ <https://www.nasuca.org/wp-content/uploads/2025/02/2025-06-10-NASUCA-Data-Centers-Final-Schneider.pdf>

¹⁴ https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_711919.pdf



02

Le contexte du refroidissement dans la région MENA

Cette section décrit le contexte du refroidissement dans la région MENA, en définissant quatre éléments essentiels au cNCAP : l'accès équitable, le refroidissement passif, l'efficacité énergétique, les technologies de refroidissement durables et l'alignement sur les objectifs climatiques et de développement.

02.1 Accès équitable au refroidissement

Selon *SEforALL*, treize des *dix-sept États membres du RCREEE* ont des populations importantes à haut risque (voir tableau 1). Définition du risque d'accès au refroidissement : 19 pour la définition) en raison d'un manque d'accès au refroidissement, les exposant à des risques sanitaires liés aux vagues de chaleur, à la détérioration des aliments, aux risques liés à des chaînes du froid inadéquates pour la médecine et l'agriculture, et à une productivité réduite. Les épisodes de chaleur extrême, exacerbés par le changement climatique, deviennent plus fréquents et plus graves, rendant l'accès aux technologies de refroidissement essentiel à la survie et au bien-être. Les pays à fort impact¹⁵ comprennent : l'Algérie, Djibouti, l'Égypte, l'Irak, la Mauritanie, le Maroc, la Somalie, le Soudan et le Yémen. Les pays à faible impact comprennent la Jordanie, le Liban, la Cisjordanie et Gaza, en République arabe syrienne. SEforALL souligne que le Soudan figure parmi les neuf pays critiques¹⁶ au niveau mondial.

L'accès au refroidissement est un élément essentiel du développement durable, avec des répercussions considérables sur la santé, la sécurité alimentaire et la croissance économique. Le rapport Chilling Prospects 2023 indique que 78 % de la population de la région MENA est exposée à différents niveaux de risque. Il est essentiel de combler les lacunes en matière d'accès au refroidissement et de veiller à ce que personne ne soit laissé pour compte dans la transition vers un refroidissement durable.

À mesure que les pays élaborent leurs NCAP, la priorisation d'un accès équitable au refroidissement et la protection des groupes vulnérables face aux impacts des chaleurs extrêmes doivent constituer un pilier central de leurs stratégies. Ce faisant, les pays de la région MENA peuvent renforcer la résilience, réduire les émissions et améliorer la qualité de vie de plus de 335 millions de personnes n'ayant pas accès au refroidissement dans la région. Le manque d'accès à ces solutions affecte de manière différenciée les femmes et les hommes, notamment les ménages à faible revenu, les communautés rurales et périurbaines, les ménages dirigés par des femmes, les personnes âgées (femmes et hommes), les personnes en situation de handicap, les personnes déplacées de force et les travailleurs du secteur informel. Les NCAP devraient donc analyser les besoins et contraintes différenciés selon le genre et garantir des mesures ciblées pour assurer un accès équitable au refroidissement. Il est important de souligner que des chaînes froides alimentaires appropriées permettent de prévenir les pertes et gaspillages alimentaires, qui peuvent entraîner des émissions importantes de méthane lorsqu'elles sont jetées¹⁷, et des émissions de PM_{2,5}¹⁸ lorsqu'elles sont brûlées en plein air. Il est primordial de réduire ces disparités pour atteindre les Objectifs de développement durable (ODD), notamment : Faim zéro (ODD 2), Bonne santé et bien-être (ODD 3), Égalité entre les sexes (ODD 5), Accès à l'énergie (ODD 7) et Action pour le climat (ODD 13).

15 Les pays à fort impact sont confrontés à des températures élevées prolongées et comptent de larges populations exposées à des risques élevés, en raison de la pauvreté et d'un accès limité à l'électricité pour le refroidissement.

16 Pays présentant la plus grande population à risque au niveau mondial.

17 <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNEP%20-%20Webinar%20on%20Food%20Security%20in%20the%20NDCs%203.0%20of%20the%20MENA%20Region%20.pdf>

18 Lorsque les plastiques sont mélangés aux déchets alimentaires.

Selon la définition du risque d'accès au froid de SEforALL, résumée dans le tableau 1. Définition du risque d'accès au froid :¹⁹, on constate une grande variabilité du risque entre les pays de la région MENA. Certains pays, comme Djibouti, le Yémen et la Syrie, présentent plus de 50 % de leur population en situation de risque élevé ; d'autres, comme l'Irak, la Mauritanie, la Somalie et le Soudan, affichent un pourcentage de population compris entre 25 et 50 % ; d'autres encore, tels que l'Égypte, l'Algérie, le Soudan, le Maroc et la Mauritanie, comptent plus de 50 % de leur population en situation de risque moyen ; et de nombreux pays, comme l'Irak, la Jordanie et l'Algérie, ont plus de 30 % de leur population en situation de faible risque. La figure 1 (a) montre une carte illustrée de la population des pays membres du RCREEE, les figures 1 (b-d) illustrent le pourcentage correspondant de la population présentant un risque d'accès au refroidissement élevé, moyen et faible, respectivement.

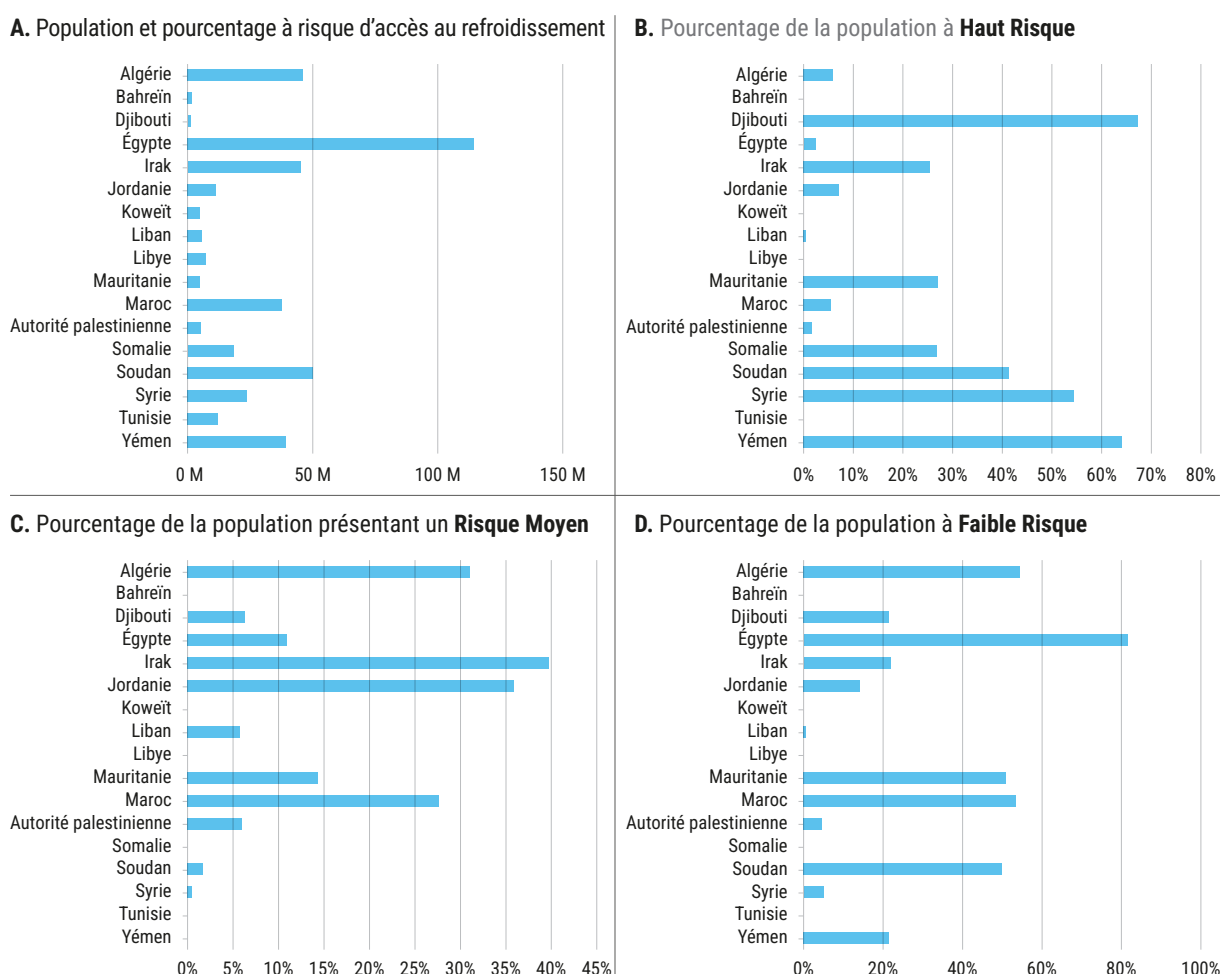
Tableau 1 Définition du risque d'accès au refroidissement :¹⁹

	Risque élevé		Risque moyen	Risque faible
Spectre des risques	– Absence d'accès à l'électricité – Revenus inférieurs au seuil de pauvreté – Mauvaise ventilation et construction défectueuse – Absence d'accès à la réfrigération des aliments – Accès limité à la chaîne du froid pour les agriculteurs – Vaccins exposés à des températures élevées		– Accès limité à l'électricité – Niveaux de revenu faibles – Possibilité d'utiliser un ventilateur, bâtiments construits selon des normes anciennes – Les aliments sont réfrigérés – Les agriculteurs n'ont accès qu'à des chaînes du froid intermittentes – Les vaccins peuvent être exposés occasionnellement à des températures élevées	– Électricité abondante et fiable – Revenus moyens et élevés – Les maisons bien construites peuvent inclure une isolation, une conception passive et la climatisation – Les aliments sont réfrigérés de manière fiable. – Les produits agricoles et les vaccins bénéficient de chaînes du froid rigoureusement contrôlées
Populations à risque	Peu de population rurale	Peu de population urbaine	Personnes à revenu moyen inférieur	Personnes à revenu moyen
Indicateurs de risque	– Accès limité à l'énergie – Population vivant en zone rurale avec moins de 1,90 \$ par jour	– Accès limité à l'énergie – Population vivant dans des bidonvilles urbains avec moins de 1,90 \$ par jour	– Population vivant avec moins de 10,01 \$ par jour, hors des zones rurales et urbaines pauvres	– Population vivant avec 10,01 \$ à 20 \$ par jour



¹⁹ <https://www.seforall.org/chilling-prospects-2022/global-access-to-cooling-gaps>

Figure 2 Pays membres du RCREEE. Population et pourcentage à risque d'accès au refroidissement [2023]



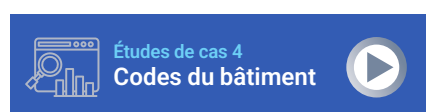
Propulsé par Bing © GeoNames, Microsoft, OpenStreetMap, TomTom

Source : SEforALL Chilling Prospects : Accès mondial aux solutions de refroidissement 2023²⁰

02.2 Refroidissement passif

Des consultations, menées en ligne et en entretiens individuels avec les principaux points focaux et/ou les unités nationales de l'ozone de huit pays membres du RCREEE, ont fait suite à un questionnaire structuré. Au cours de ces entretiens, les points focaux ont été interrogés sur les ambitions, les priorités et la situation de leur pays en matière de refroidissement.

Ces consultations, complétées par des recherches documentaires, ont révélé que neuf des dix-sept pays membres du RCREEE ont adopté des codes de performance énergétique des bâtiments. Toutefois, plusieurs pays n'en disposent toujours pas, les mécanismes d'application sont souvent insuffisants et les mesures de refroidissement passif ne sont pas suffisamment intégrées.



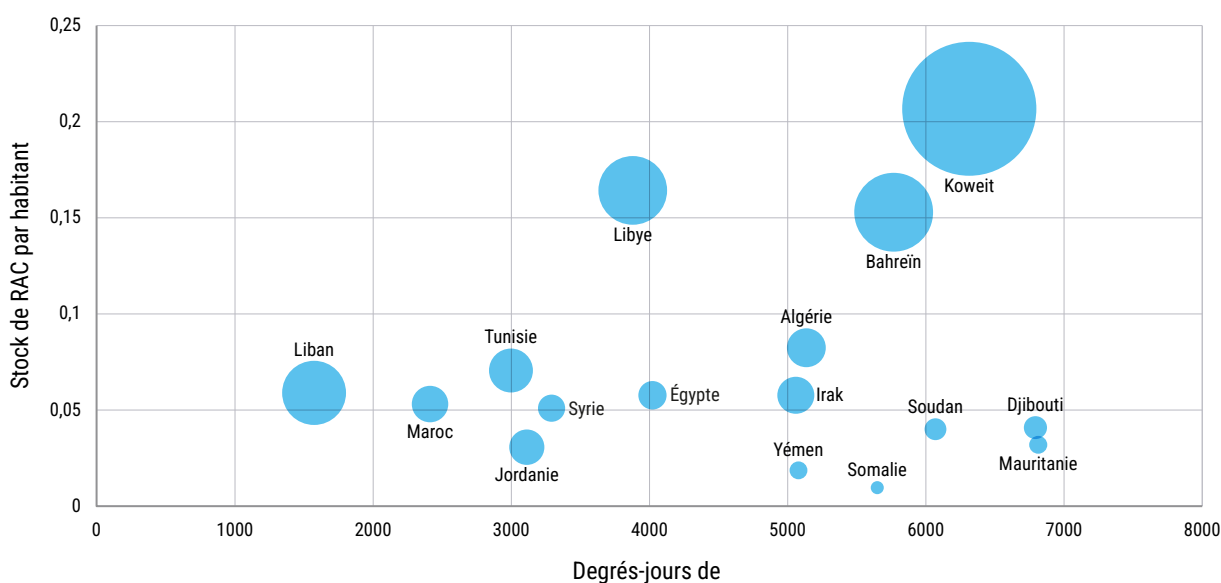
²⁰ <https://www.seforall.org/our-work/research-analysis/chilling-prospects-series/chilling-prospects-global-access-to-cooling-gaps-2023>

02.3 Efficacité énergétique des équipements

D'après la [Green Cooling Initiative](#), le secteur du refroidissement dans la région MENA est responsable d'émissions totales de 132,14 Mt CO₂eq (dont 37,38 Mt directes et 94,76 Mt indirectes). La Green Cooling Initiative estime que les unités de climatisation sont responsables de 36 % des émissions directes et de 43 % des émissions indirectes totales liées au refroidissement.

Le nombre estimé d'équipements de refroidissement unitaires en service dans la région MENA est actuellement de 23,3 millions d'unités fonctionnant dans une région où [les degrés-jours de refroidissement \(DJR\)²¹ varient de 1573 à 6814](#). La Figure 3 montre que le stock de RAC en service par habitant est le plus élevé dans les pays présentant des DJR élevés et un PIB par habitant élevé. Cependant, elle met également en évidence les disparités d'accès dans les pays à haute température ambiante (HAT), comme le montrent les stocks disponibles de RAC par habitant au Koweït et à Bahreïn comparés à ceux de la Mauritanie, du Soudan, de Djibouti et de la Somalie. Cet exemple concerne uniquement la climatisation des pièces ; d'autres technologies de refroidissement suivent des tendances similaires, comme l'illustre la Figure 3, basée sur les données pays disponibles via la Green Cooling Initiative.²²

Figure 3 Stock de RAC par habitant par rapport aux degrés-jours de refroidissement pour dix-sept pays de la région MENA



La taille des bulles est indicative du PIB par habitant.

²¹ Le degré-jour de refroidissement (DJR) est une mesure conçue pour suivre la consommation d'énergie. Il s'agit du nombre de degrés-jours au-dessus desquels la température moyenne journalière dépasse 18 °C. Les degrés-jours journaliers sont cumulés pour obtenir des valeurs annuelles.

²² <https://www.green-cooling-initiative.org/country-data/#total-emissions/all-sectors/absolute>

Des consultations et une analyse documentaire ultérieure ont révélé d'importantes lacunes dans les normes d'efficacité énergétique des systèmes de refroidissement à travers la région. Sur les 17 pays membres du RCREEE, dix ont mis en œuvre des normes minimales de performance énergétique (MEPS) obligatoires pour les climatiseurs individuels, trois ont de telles normes pour les réfrigérateurs et un pays travaille activement à l'élaboration de MEPS pour une ou plusieurs catégories d'équipements frigorifiques. Cependant, des consultations menées auprès de huit pays ont montré que seuls quatre ont adopté des MEPS obligatoires pour certains produits frigorifiques et que deux sont en train d'élaborer de telles normes. Ceci souligne la nécessité d'un soutien technique et financier supplémentaire pour étendre la portée et l'application des MEPS. Les évaluations des économies²³ réalisées par les pays dans le cadre du programme U4E fournissent un aperçu préliminaire des économies supplémentaires potentielles que les pays pourraient réaliser s'ils adoptaient ou alignaient leurs MEPS sur la réglementation modèle U4E.²⁴



02.4 Technologies de refroidissement durables

Les éléments clés sont une approche globale de l'impact environnemental tout au long du cycle de vie, axée sur les fluides frigorigènes et la consommation d'énergie, ainsi que sur l'accessibilité financière et la résilience, et la satisfaction des besoins humains et sociétaux. Dans cette section, nous nous intéressons à la chaîne du froid, un domaine émergent pour la région MENA, à la circularité des fluides frigorigènes grâce à une gestion optimisée de leur cycle de vie, à l'intégration des énergies renouvelables et aux indicateurs d'efficacité énergétique pour un refroidissement durable.

02.4.1 Chaînes du froid (*Rapport du PNUE sur les chaînes du froid, Initiative sur les chaînes du froid*)

L'accès au refroidissement est également essentiel pour la sécurité alimentaire. Selon le rapport « Chilling Prospects », près de 500 millions de petits exploitants agricoles et de vendeurs de produits alimentaires dans les pays en développement n'ont pas accès à des installations de stockage frigorifique, ce qui entraîne d'importantes pertes après récolte. Des chaînes du froid inefficaces, voire inexistantes, provoquent la détérioration des aliments, une baisse des revenus des agriculteurs et une hausse des prix alimentaires pour les consommateurs. En comblant les lacunes en matière de réfrigération, les pays peuvent réduire le gaspillage alimentaire, améliorer la sécurité alimentaire et accroître la productivité agricole.

La chaîne du froid peut être définie comme suit : « L'ensemble des opérations et des équipements permettant de maintenir un produit dans une plage de température basse spécifiée, depuis la récolte/production jusqu'à la consommation, incluant l'agriculture/la pêche, la transformation alimentaire, le stockage frigorifique, le transport, les services alimentaires, la distribution/exposition et les usages domestiques, ainsi que des produits spécifiques tels que les produits médicaux et les vaccins. »²⁵

La chaîne du froid est un secteur complexe générant des émissions de gaz à effet de serre (GES) provenant des émissions directes de frigorigènes, de la consommation énergétique indirecte, ainsi que d'autres émissions directes liées aux pertes alimentaires et d'émissions indirectes associées aux processus impliqués. Par conséquent, le processus d'élaboration des NCAP doit reconnaître l'importance du secteur de la chaîne du froid et définir clairement les périmètres à couvrir, car ceux-ci ont un impact à la fois sur les émissions et sur l'accès à une alimentation abordable et durable (ODD 2, 3, 9, 12 et 13).

La méthodologie développée par le GFCCC – OzonAction du PNUE repose sur un questionnaire structuré qui subdivise le secteur de la chaîne du froid en plusieurs segments : production primaire, transformation des aliments et des boissons, stockage en vrac, transport réfrigéré, distribution de denrées alimentaires, services alimentaires et secteur résidentiel. Certains de ces secteurs sont applicables dans l'ensemble des pays de la région MENA, tandis que d'autres ont une applicabilité plus limitée, comme illustré dans la Figure 4.

²³ <https://united4efficiency.org/countries/country-assessments/>

²⁴ <https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines/>

²⁵ A GFCCC – Initiative OzonAction du PNUE pour une chaîne du froid durable: Base de données sur la chaîne du froid : concept et méthodologie, <http://www.foodcoldchain.org/wp-content/uploads/2021/07/GFCCC-UNEP-Cold-Chain-Database-Methodology-Final.pdf>

Figure 4 Sous-secteurs de la chaîne du froid, besoins de la région MENA et taux d'accès actuels (indicatif)

	 Production primaire	 Transformation des aliments et des boissons	 Entrepôt frigorifique en vrac	 Transport frigorifique	 Commerce de détail de produits alimentaires et de boissons	 Restauration	 Secteur résidentiel
Applicable dans toute la région MENA	Certains	La plupart	Tous	Tous	Tous	Tous	Tous
Accès dans la région MENA	Moyen	Moyen/Élevé	Moyen/Élevé	Moyen/Élevé	Moyen	Moyen	Moyen/Faible
Commentaires	Ce sujet est particulièrement pertinent pour les pays producteurs de denrées alimentaires (agriculture et/ou pêche).		Ce point revêt une importance accrue dans les pays à haute température ambiante (HAT) et nécessite une attention particulière.		Les technologies en vigueur varient.	Leur niveau varie d'un pays à l'autre.	L'accès peut poser problème dans certains pays.

Les options technologiques durables pour la chaîne du froid varient selon les secteurs, en particulier dans la région MENA où elles sont les plus importantes. En général, les fluides frigorigènes à faible PRG sont largement disponibles pour les grands systèmes de réfrigération industrielle utilisés dans la production primaire, la transformation des aliments et des boissons, le stockage frigorifique en vrac, ainsi que pour les applications résidentielles. Il existe certaines solutions des fluides frigorigènes à faible PRG disponibles pour le commerce de détail alimentaire et des boissons, le secteur de la restauration, ainsi que des options limitées pour le transport frigorifique. Bien que les fluides frigorigènes à faible PRG soient largement disponibles pour tous les secteurs, il est important de distinguer entre la disponibilité et l'accessibilité²⁶ des technologies durables de la chaîne du froid dans la région MENA. Certaines des technologies disponibles ne sont pas facilement accessibles et ne le deviendraient qu'à travers une mise en œuvre efficace du cNCAP MENA.

En ce qui concerne les options d'efficacité énergétique dans les chaînes du froid, il est important de considérer d'abord la réduction de la charge de refroidissement (refroidissement passif), puis l'amélioration de l'efficacité des équipements de refroidissement.

La charge de refroidissement peut être réduite par :

- L'amélioration de l'isolation thermique (par exemple, augmenter l'épaisseur de l'isolant, utiliser des mousses à conductivité thermique plus faible ou des panneaux d'isolation sous vide),
- L'ajout de portes aux vitrines réfrigérées,
- La réduction des fuites de chaleur et d'humidité, ou
- La réduction des sources de chaleur, etc.

L'efficacité des équipements de refroidissement peut être améliorée par une combinaison de mesures suivantes :

- L'utilisation de compresseurs à haut rendement (jusqu'à 15 % d'amélioration par rapport aux compresseurs de référence)²⁷,
- L'amélioration des échangeurs de chaleur,
- L'optimisation du dimensionnement des composants,
- L'amélioration des systèmes de contrôle.
- Le meilleur équilibre des composants du système en termes d'efficacité, et
- La technologie de compresseur à vitesse variable qui a démontré sa capacité à offrir une amélioration de l'efficacité de 25 à 30 % par rapport aux compresseurs de base.²⁷
- Les technologies numériques avancées, telles que les capteurs intelligents, les systèmes de maintenance prédictive et l'optimisation par intelligence artificielle, permettent de surveiller les performances et d'ajuster les opérations en temps réel.

²⁶ Une technologie est dite "disponible" lorsqu'elle existe, peut être acquise et est potentiellement utilisable. Une technologie accessible, en revanche, désigne une technologie conçue, développée ou modifiée pour être largement utilisable par des personnes ayant des capacités économiques et techniques diverses.

²⁷ PNUE 2021, TEAP 2021: Décision XXXI/7 - Poursuite de la fourniture d'informations sur les technologies économes en énergie et à faible potentiel de réchauffement climatique (Volume 4), <https://ozone.unep.org/system/files/documents/TEAP-EETF-report-may2021.pdf>

Enfin, l'amélioration de l'accès à des chaînes du froid fiables et durables dans la région MENA est essentielle pour renforcer la sécurité alimentaire et garantir le stockage sécurisé des fournitures médicales. cNCAP MENA peut jouer un rôle déterminant à cet égard en aidant les gouvernements nationaux à définir des cadres stratégiques et à identifier le développement de la chaîne du froid comme un axe d'intervention prioritaire. Des initiatives comme le Fair Cooling Fund²⁸ démontrent comment un soutien financier ciblé peut stimuler l'innovation dans les solutions durables pour la chaîne du froid. Enfin, des solutions innovantes telles que le refroidissement en tant que service (Cooling-as-a-Service, CaaS) ont montré leur efficacité pour améliorer l'accès ;²⁹ cette approche pourrait être exploitée dans la région MENA – en particulier dans la chaîne du froid agroalimentaire – afin de réduire les pertes alimentaires post-récolte.



02.4.2 Gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (Rapport du TF du TEAP)

La gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM) est un cadre politique intégré visant à minimiser les émissions directes de fluides frigorigènes provenant des appareils de réfrigération, de climatisation et de pompes à chaleur, tout en réduisant la production de nouveaux fluides frigorigènes et, en fin de compte, en assurant une élimination responsable des fluides frigorigènes. La LRM est particulièrement importante pour les parties prenantes se limitant à la maintenance, qui représentent environ 75 % de la consommation de fluides frigorigènes dans la région MENA.

Les principales étapes de la LRM sont :

1. Prévenir les fuites de fluides frigorigènes lors de la conception, de la fabrication, de l'installation et de l'exploitation,
2. Récupérer le fluide frigorigène lors de la maintenance et en fin de vie (End-of-Life, EOL),
3. Réutiliser le fluide frigorigène récupéré (par recyclage ou régénération), ou
4. Détruire le fluide frigorigène récupéré ne répondant pas aux exigences de qualité standard.

Les techniciens du secteur CVC&R dans la région MENA sont confrontés à des défis opérationnels spécifiques qui ont un impact direct sur la qualité et la durabilité des performances du secteur du refroidissement. Les techniciens travaillent souvent dans des environnements difficiles et à hautes températures, en particulier pendant les saisons de forte demande de refroidissement, tout en subissant une pression intense pour répondre à une demande de service croissante. Ce déséquilibre saisonnier de la charge de travail incite à terminer rapidement les interventions au détriment du respect des procédures correctes d'installation, de maintenance et de manipulation des fluides frigorigènes. En conséquence, des pratiques courantes telles que des tests de fuite insuffisants, une récupération inappropriée des fluides frigorigènes et une mise en service précipitée des systèmes contribuent à l'augmentation des émissions de fluide frigorigène et à la réduction de l'efficacité des équipements.

L'intégration de la gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM) dans le cNCAP MENA est donc importante pour s'assurer que chaque pays considère la LRM comme un cadre politique intégré dès le départ et comprenne son impact direct principal ainsi que son impact secondaire sur les émissions indirectes. La mise en œuvre efficace de la gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM) nécessitera des changements techniques, politiques et comportementaux.

28 <https://www.seforall.org/data-stories/ashden-fair-cooling-fund>

29 <https://www.seforall.org/data-stories/using-data-science-for-agricultural-cold-chains>

Pour combler ces lacunes, les pays de la région MENA travaillent à renforcer les compétences de la main-d'œuvre et à éviter les fuites lors de l'installation et de l'exploitation, principalement grâce au financement du Fonds multilatéral du Protocole de Montréal (FML). Cependant, les équipements de récupération des fluides frigorigènes restent peu disponibles, notamment pour une exploitation rapide dans des environnements à température ambiante élevée. Par ailleurs, le MLF collabore avec les agences internationales de mise en œuvre afin de développer des projets pilotes dans la région MENA concernant la réutilisation des fluides frigorigènes, en particulier des installations de régénération plus structurées. Enfin, la destruction des fluides frigorigènes est limitée dans la région MENA et les financements disponibles demeurent insuffisants pour développer un projet pilote dans ce domaine.

La gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM) peut accroître l'approvisionnement en réfrigérant disponible, notamment pour les prestataires de services uniquement – comme beaucoup dans la région MENA – qui disposent de moins de flexibilité quant à la réduction ou l'élimination progressive de leur consommation de fluide frigorigène. La prévention efficace des fuites et la réutilisation du fluide frigorigène offrent aux pays des outils supplémentaires pour réduire leur production et leur consommation, ce qui peut faciliter leur conformité au Protocole de Montréal. En outre, la LRM peut contribuer aux contributions déterminées au niveau national (NDC) des pays. Actuellement, 89 pays du groupe A5 bénéficient du soutien du MLF pour constituer des inventaires de leurs réserves de substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO) et de composés hydrofluoroalkylés (HFC), et élaborer des plans d'action nationaux. Les données issues de ces inventaires devraient être intégrées dans les NCAP et les NDC, et toute destruction potentielle future pourrait être prise en compte dans les NDC. Les pays peuvent également examiner l'applicabilité des marchés du carbone en vertu de l'Article 6 de l'Accord de Paris pour les applications de réutilisation et de destruction des fluides frigorigènes. Les informations relatives à la gestion des fluides frigorigènes dans la région étaient limitées. Établir une compréhension précise des taux de fuite de fluides frigorigènes de référence, de la récupération, du recyclage et de la réutilisation des fluides frigorigènes, ainsi que des installations de destruction dans la région, constitue une étape préalable importante avant de lancer toute politique LRM efficace ou activité de renforcement des capacités.

En l'absence d'une comptabilité détaillée de l'LRM, les pays peuvent utiliser le Raffinement de 2019 des Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, volume 3, chapitre 7,³⁰ pour estimer leurs stocks et leurs fuites de fluides frigorigènes. Les pays qui ne disposent pas d'informations de première main pour certaines utilisations finales peuvent choisir d'utiliser les estimations du scénario le plus pessimiste du GIEC comme indiqué dans le tableau XXY (page suivante).



30 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2019). *Amélioration de 2019 des lignes directrices de 2006 du GIEC relatives aux inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Agriculture, foresterie et autres utilisations des terres*, 4, 824, Volume 3, Chapitre 7. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/3_Volume3/19R_V3_Ch03_Chemical_Industry.pdf



Tableau XXV Charge, efficacité de récupération sur la durée de vie, charge initiale restante et estimations dans le pire des cas des facteurs d'émission de charge au moment de la charge et fuite de fonctionnement annuelle³⁰

Sous-application	Charge (kg)	Durée de vie, années	Facteurs d'émission (%) de la charge initiale		Émissions en fin de vie (%)	
			Au moment de la charge	Perte annuelle, durée de vie opérationnelle	Efficacité de récupération	Charge initiale restante
Réfrigération domestique	0,05 à 0,5	12 à 20	1%	0,5%	0 à 70%	0 à 80%
Réfrigération commerciale autonome	0,2 à 6	10 à 15	3%	15%	0 à 70%	0 à 80%
Réfrigération commerciale de taille moyenne à grande	50 à 2 000	7 à 15	3%	35%	0 à 70%	0 à 100%
Réfrigération pour le transport	3 à 8	6 à 9	1%	50%	0 à 70%	0 à 50%
Réfrigération industrielle, y compris pour la transformation des aliments et l'entreposage frigorifique	10 à 10 000	15 à 30	3%	25%	0 à 70%	0 à 100%
Refroidisseurs	10 à 2 000	15 à 30	1%	15%	0 à 70%	0 à 100%
Climatiseurs résidentiels et commerciaux, y compris les pompes à chaleur	0,5 à 100	10 à 20	1%	10%	0 à 70%	0 à 80%
Climatiseurs mobiles	Maritime: 5 à 6500 Chemin de fer: 10 à 30 Bus : 4 à 18 Autre: 0,5 à 2	9 à 16	0,5%	Maritime: 40% Autre: 20%	0 à 70%	0 à 50%



Études de cas 8 Énergie Efficacité, LRM et transition du fluide frigorigène



02.4.3 Intégration des énergies renouvelables

Le refroidissement renouvelable intégré désigne les systèmes qui combinent stratégiquement une ou plusieurs sources d'énergie renouvelables – telles que le solaire (photovoltaïque et thermique), la géothermie, la biomasse et l'éolien – souvent associées à des systèmes de stockage d'énergie (thermique et électrique) et à des systèmes de contrôle intelligents, afin de fournir des services de refroidissement. L'intégration du système est essentielle pour privilégier une approche de conception globale qui optimise les flux d'énergie, maximise l'utilisation des énergies renouvelables et améliore l'efficacité et la rentabilité globales du système. L'utilisation des énergies renouvelables réduit considérablement les émissions indirectes et, lorsqu'elle est déployée de manière décentralisée, elle peut également étendre l'accès au refroidissement dans les zones avec une connectivité réseau limitée ou inexistante.

Certaines des principales technologies de refroidissement intégrant les énergies renouvelables comprennent :

- Les technologies de refroidissement géothermiques : elles utilisent la chaleur géothermique pour alimenter des systèmes de refroidissement par absorption ou adsorption.
- Les réservoirs froids géothermiques et le stockage thermique peuvent servir de puits de chaleur pour le refroidissement si la température le permet, ou pour les systèmes de climatisation afin d'améliorer leur efficacité énergétique.
- Les technologies de refroidissement solaire thermique : elles utilisent la chaleur solaire thermique pour alimenter des systèmes de refroidissement par absorption ou adsorption.
- Les technologies photovoltaïques intégrées (PV) : elles utilisent l'énergie solaire photovoltaïque pour assister ou alimenter des systèmes à compression de vapeur totalement autonomes. Le fonctionnement hors réseau nécessite l'utilisation de batteries électriques et/ou d'un système de stockage d'énergie thermique.
- Technologies hybrides photovoltaïques-thermiques (PVT) : utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque pour alimenter les composants électriques (ventilateurs et pompes, par exemple) et de l'énergie solaire thermique pour alimenter le cycle d'absorption/adsorption.

Dans la région MENA, les technologies de refroidissement à base d'énergies renouvelables (ER) gagnent en popularité, les pays recherchant des solutions adaptées à leur climat, leurs ressources énergétiques et leurs priorités de développement. Les Émirats arabes unis ont été pionniers dans un projet pilote de refroidissement par absorption géothermique³¹ et dans des projets de refroidissement à grande échelle³². Les technologies de refroidissement solaire thermique ont été testées dans les pays du Golfe afin de réduire la demande électrique de pointe pendant les mois les plus chauds, tandis que les systèmes alimentés par énergie photovoltaïque (PV)

sont de plus en plus adoptés tant dans les zones urbaines que rurales. La réfrigération hors réseau alimentée par solaire PV contribue à réduire le déficit d'accès et à améliorer la chaîne du froid pour les aliments et les vaccins dans les zones isolées d'Afrique du Nord et du Levant. Des approches hybrides utilisant des systèmes photovoltaïque-thermique (PVT) sont à l'étude afin d'intégrer la production d'électricité et de chaleur et d'optimiser les performances grâce à des technologies de refroidissement sensible et latent distinctes.

Il est important d'aligner les objectifs de refroidissement renouvelable sur les NDCs. Cela peut permettre de réduire davantage les émissions du secteur du refroidissement ; toutefois, une intégration intelligente dans la planification urbaine et les initiatives de villes intelligentes est nécessaire, ainsi que la suppression progressive des subventions aux combustibles fossiles afin de garantir une concurrence équitable.

Le déploiement à grande échelle des technologies de refroidissement renouvelables est possible grâce aux progrès technologiques, notamment en matière de systèmes de contrôle intelligents, incluant l'intelligence artificielle (IA) et l'Internet des objets (IdO). Ces technologies permettent d'optimiser le fonctionnement des systèmes et d'accroître leur rentabilité.

Malgré des avancées significatives, plusieurs défis freinent l'adoption généralisée du refroidissement renouvelable intégré :

- L'intermittence des énergies renouvelables exige une intégration efficace du stockage d'énergie et des systèmes de gestion intelligents.
- L'investissement initial demeure un obstacle, en particulier sur les marchés sensibles aux prix.
- Il existe un manque de connaissances parmi les utilisateurs finaux, les décideurs politiques et même certains professionnels du secteur.
- Des politiques de soutien incohérentes ou inexistantes, ainsi que des procédures d'autorisation complexes, peuvent ralentir le déploiement.

Il est important que le cNCAP considère l'intégration des énergies renouvelables pour le refroidissement comme un moyen de réduire les émissions indirectes et d'améliorer l'accès au refroidissement. Les recommandations politiques équilibrées du cNCAP devraient promouvoir ces technologies et suggérer des interventions pertinentes pour accroître leur part de marché.

31 <https://htmaterialsscience.com/tabreed-wins-district-cooling-initiative/>

32 <https://thesustainabletimes.com/energy/renewable-energy-sources/uae-defence-solar-district-cooling-abu-dhabi/>

02.4.4 Conservation et efficacité énergétique

L'amélioration de l'efficacité énergétique est essentielle pour réduire les émissions indirectes liées au refroidissement. On peut y parvenir en réduisant la demande de refroidissement (efficacité énergétique du bâtiment/des charges) ou en améliorant l'efficacité énergétique des équipements.

Stratégies de refroidissement passif

Les stratégies de refroidissement passif et les solutions basées sur la nature permettent de réduire la demande en refroidissement mécanique et peuvent diminuer significativement la consommation électrique associée. Ces solutions peuvent être mises en œuvre à l'échelle du bâtiment, via les codes de performance énergétique, ou à l'échelle urbaine, via la planification urbaine et les réglementations relatives aux villes durables.

Parmi les techniques de refroidissement passif à l'échelle du bâtiment, on peut citer l'intégration d'éléments architecturaux minimisant l'apport de chaleur solaire, ainsi que la mise en place de solutions de ventilation naturelle et de protection solaire. Elle inclut également la mise en œuvre de conceptions avancées d'enveloppe de bâtiment pour minimiser les apports de chaleur, telles que l'augmentation de la résistance et de la masse thermiques de l'enveloppe, et l'utilisation de vitrages isolants. Elle peut aussi faire référence aux toitures froides pour minimiser les apports de chaleur solaire. De plus, le refroidissement passif englobe la réduction des charges thermiques liées à la chaîne du froid (par exemple, une isolation renforcée, une réduction des infiltrations, l'ajout de portes aux vitrines réfrigérées, etc.).

Les mesures d'aménagement urbain, telles que les espaces verts et les revêtements de sol frais, sont essentielles à une approche intégrée du refroidissement passif. Les solutions de refroidissement fondées sur la nature (par exemple, l'ombrage des arbres, l'évapotranspiration ou les couloirs frais, ou encore les toitures/façades végétalisées, les systèmes de végétalisation verticale à l'échelle du bâtiment) constituent également des pistes à explorer.

La recherche documentaire menée auprès de 21 pays de la région MENA³³ révèle que 10 d'entre eux ont établi des codes de performance énergétique des bâtiments, tandis que sept pays disposent d'une mise en œuvre partielle, infranationale, en projet ou limitée, et que quatre pays ne disposent d'aucun code ou réglementation en matière d'efficacité énergétique des bâtiments. Il a également été constaté que les mesures passives sont bien intégrées dans ces codes de performance énergétique, et que les exigences relatives aux performances de l'enveloppe du bâtiment sont largement répandues. Enfin, 13 pays ont démontré leur utilisation d'un système national de certification des bâtiments écologiques ou une forte adhésion aux systèmes internationaux (tels que LEED ou BREEAM), tandis que deux pays ont déployé des efforts partiels en matière de certification des bâtiments écologiques et six pays n'ont entrepris aucune démarche dans ce domaine.

La plupart des pays du CCG (Émirats arabes unis, Qatar, Arabie saoudite, Koweït, Bahreïn et Oman) disposent de codes de performance énergétique des bâtiments formels et/ou de réglementations relatives aux bâtiments durables, intégrant des exigences explicites concernant l'enveloppe du bâtiment et les mesures passives. Cependant, l'application et la rigueur des normes varient selon les pays et les autorités compétentes. En Afrique du Nord (Algérie, Égypte, Libye, Maroc et Tunisie), la mise en œuvre et l'approche des codes de performance énergétique des bâtiments présentent une grande hétérogénéité. L'Égypte, le Maroc et la Tunisie disposent de normes nationales ou de systèmes d'étiquetage plus clairs, tandis que l'Algérie et la Libye présentent une mise en œuvre plus hétérogène. Au Levant et dans les petits États (Jordanie, Liban et Palestine), la Jordanie possède des normes plus claires et des initiatives nationales de notation. Le Liban et la Palestine ont des directives nationales et municipales, ainsi que des systèmes de notation locaux en développement, mais avec une application nationale inégale. Les pays à faible capacité (Mauritanie, Somalie, Soudan, Djibouti et Yémen) ne disposent pas de codes de performance énergétique nationaux applicables dans le bâtiment et s'appuient plutôt sur des projets de donateurs, des stratégies énergétiques nationales ou adoptent des normes étrangères. Enfin, dans les pays affectés par des conflits (Irak, Libye, Syrie et Yémen), il existe généralement des réglementations partielles ou principalement théoriques, mais leur mise en œuvre et leur application constituent les principaux obstacles ; plusieurs de ces pays présentent également des initiatives émergentes de systèmes de notation des bâtiments durables.



Études de cas 5 Refroidissement passif dans les bâtiments



Études de cas 6 Accès au refroidissement par refroidissement passif



Études de cas 9 Exemples de refroidissement passif en Inde et au Nigéria



33 Ces pays représentent 17 États membres du RCREEE ainsi que Oman, le Qatar, l'Arabie saoudite et les Émirats arabes unis. La recherche documentaire a consisté en l'examen des documents de littérature publique et des ressources des Nations Unies : Gaum, T., & Laubscher, J. (2021). Codes de performance énergétique des bâtiments : Revue de l'état des stratégies de mise en œuvre dans le Sud global. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 9(1), 39–53. <https://doi.org/10.11113/ijbes.v9.n1.871>, *Analytics | Regulatory Indicators for Sustainable Energy*, <https://rise.esmap.org/countries>, *Building Green - Home*

Équipement écoénergétique

Certains secteurs du refroidissement regroupent les composantes de l'efficacité énergétique (charge et équipement), comme les réfrigérateurs et les groupes frigorifiques commerciaux autonomes, tandis que d'autres les intègrent à l'efficacité énergétique globale des bâtiments et des équipements, comme les systèmes de climatisation individuels et commerciaux.

Pour les systèmes de réfrigération domestique, l'indicateur d'efficacité énergétique combinée typique est exprimé en kWh/an³⁴. Cette valeur est généralement estimée en fonction du volume brut ajusté (mesuré en litres) du compartiment réfrigéré et augmente linéairement avec la taille de ce dernier. Plus la consommation en kWh/an est faible, plus le réfrigérateur est efficace.

De même, pour les réfrigérateurs commerciaux autonomes, l'indicateur d'efficacité énergétique combinée typique est généralement exprimé en kWh/an³⁵. Cependant, selon le type d'équipement, cette valeur peut être normalisée par le volume de distribution (en litres) ou la surface de distribution (en m²). Une meilleure efficacité énergétique se traduit par une consommation d'énergie (kWh/an) plus faible pour un équipement de même taille.

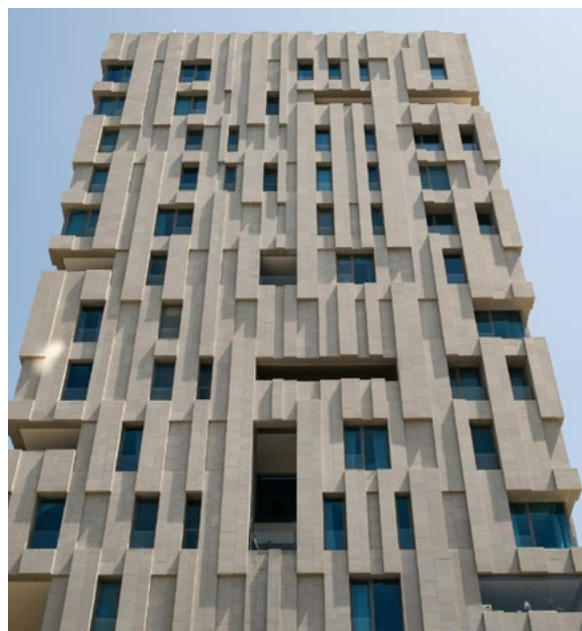
Pour les systèmes de climatisation, il est primordial de réduire la charge énergétique du bâtiment afin de diminuer la taille de l'appareil. La réduction de la charge du bâtiment peut être obtenue grâce à des mesures de refroidissement passif, au respect des codes de performance énergétique des bâtiments ou à l'obtention de certifications énergétiques plus performantes, telles que [LEED](#), [Estidamah](#), [GPRS](#), etc. L'efficacité énergétique d'un bâtiment est généralement mesurée en W/m², les valeurs les plus faibles étant souhaitables.

L'efficacité des climatiseurs résidentiels est généralement évaluée à l'aide du coefficient d'efficacité énergétique saisonnier (SEER, BTU/W) ou du facteur de performance en mode refroidissement (CSPF, W/W) et du facteur de performance annuel (APF, W/W), afin de prendre en compte le fonctionnement de la pompe à chaleur. De plus, le coefficient d'efficacité énergétique nominal (EER, BTU/W), le coefficient de performance (COP, W/W) et le coefficient de performance en mode chauffage (COPH, W/W) permettent d'évaluer les performances de l'appareil dans des conditions nominales standard. Des valeurs plus élevées de SEER, CSPF, APF, COP et Copenh indiquent une meilleure efficacité énergétique et, par conséquent, une consommation d'énergie plus faible.³⁶

Les pays mettent en œuvre de manière stratégique les normes MEPS et les étiquettes d'efficacité énergétique conjointement afin de favoriser un marché dynamique et évolutif pour les produits économes en énergie. Les MEPS agissent comme un mécanisme de "poussée du marché", en interdisant légalement la vente des appareils les moins performants, ce qui contraint les fabricants à innover et à améliorer la performance énergétique de référence de leurs produits. Parallèlement, les étiquettes énergétiques fournissent des informations claires et comparables sur l'efficacité des produits, créant un effet de "traction du marché" : les consommateurs informés sont incités à choisir des modèles plus efficaces, récompensant ainsi les fabricants qui dépassent les normes minimales. Cette approche double transforme non seulement le marché en éliminant les produits inefficaces et en encourageant l'adoption de modèles performants, mais elle prépare également le terrain pour l'introduction progressive de MEPS plus strictes, garantissant une amélioration continue de l'efficacité énergétique globale.

Technologies alternatives

Outre les technologies conventionnelles, il existe des solutions alternatives pour assurer un refroidissement efficace dans les pays à haute température ambiante (HAT). Parmi celles-ci, les systèmes de refroidissement urbain (DCS), et d'autres technologies "Not-in-Kind" sont particulièrement remarquables. Cette section présente un aperçu des DCS et de leurs principaux avantages.



34 Directives du modèle de réglementation U4E pour les équipements de réfrigération commerciale économes en énergie et respectueux du climat, <https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-refrigerating-appliances/>, consulté le 2 juin 2025.

35 Directives du modèle de réglementation U4E pour les équipements de réfrigération commerciale économes en énergie et respectueux du climat, <https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-commercial-refrigeration-equipment/>, consulté le 2 juin 2025.

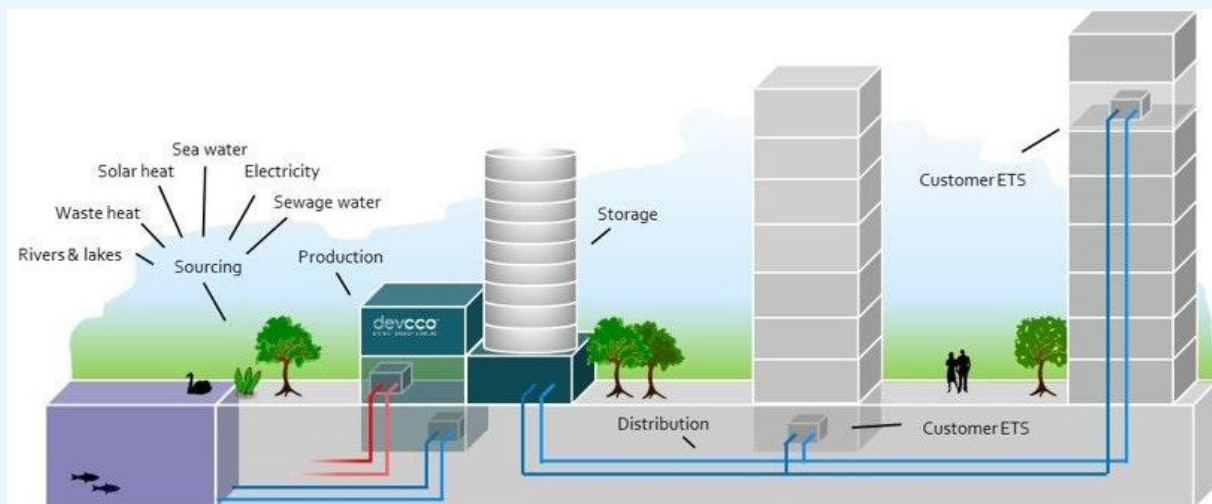
36 Directives du modèle de réglementation U4E pour les climatiseurs économes en énergie et respectueux du climat, <https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-air-conditioners/>, consulté le 2 juin 2025.

Encadré XX : Système de refroidissement urbain (DCS)

La mise en œuvre de mécanismes de distribution alternatifs, tels que les systèmes de refroidissement urbain (DCS), pourrait être promue à un rythme accéléré. Plusieurs pays du Sud global progressent vers l'adoption des DCS, notamment les Émirats arabes unis, la Tunisie, l'Inde, les Philippines, la Malaisie, Singapour, la Chine, etc. L'efficacité et la consommation du fluide frigorigène des équipements de refroidissement sur site varient considérablement en fonction du produit, du bâtiment et de la conception du système de refroidissement, de l'exploitation et de la maintenance, et même de la structure de propriété du bâtiment. En général, dans les zones urbaines densément peuplées, la consommation d'énergie et de fluide frigorigène pour la climatisation est beaucoup plus faible lorsque des groupes de bâtiments, voire des quartiers entiers, sont connectés à un système de refroidissement urbain (DCS).

Un système de refroidissement urbain (District Cooling System, (DCS)) distribue (fournit et récupère) l'énergie de refroidissement sous forme d'eau glacée provenant d'une centrale du système de refroidissement urbain (DCS) vers plusieurs bâtiments via un réseau de canalisations souterraines isolées pour le refroidissement des espaces et des procédés. Les utilisateurs individuels achètent l'eau glacée pour leur propre bâtiment auprès de l'opérateur du DCS et n'ont pas besoin d'installer leurs propres refroidisseurs ou tours de refroidissement. Les sources d'approvisionnement de la centrale peuvent inclure le refroidissement naturel des rivières, des lacs ou des mers ; de grands groupes frigorifiques électriques à haut rendement ; des groupes frigorifiques à absorption raccordés à des sources de chaleur résiduelle telles que les industries, les centres de données, les réseaux d'assainissement et les incinérateurs ; des groupes frigorifiques à absorption raccordés à des énergies renouvelables comme le solaire thermique, la géothermie et les chaudières à biocarburants ; et des centrales de trigénération utilisant du gaz, de la biomasse ou du biogaz. À l'échelle mondiale, les systèmes de contrôle-commande distribués (DCS) varient considérablement en taille, allant de la gestion de deux bâtiments à celle d'une ville entière. Un DCS peut alimenter une grande variété de charges, notamment des bureaux, des hôtels, des résidences, des unités industrielles, des centres de données, des installations de la chaîne du froid, des stades, des centres commerciaux, des écoles, des bâtiments institutionnels et des hôpitaux.

Figure A : Schéma d'un système de refroidissement urbain typique (Devcco District Energy Venture, 2018)



Les sources d'énergie hautement efficaces et/ou renouvelables mentionnées ci-dessus produisent de l'eau glacée dans une centrale de refroidissement urbain. Cette eau est ensuite distribuée aux stations de transfert d'énergie situées au pied de chaque bâtiment, où elle est utilisée dans le système de climatisation centralisé du bâtiment. Un réseau de refroidissement urbain (DCS) typique comprend les composants suivants :

- Centrale de production d'eau glacée : production d'eau glacée pour le refroidissement.
- Réseau de distribution : distribution de l'eau glacée vers les bâtiments.
- Sous-station d'échange thermique côté client : assure l'interface avec les circuits de climatisation propres aux bâtiments.

Avantages : Le système de refroidissement urbain (DCS) offre de nombreux avantages par rapport aux systèmes de refroidissement classiques sur site, notamment en termes d'efficacité énergétique, de consommation de fluide frigorigène et de fonctionnement optimal. Selon les études, il consomme respectivement 35 % et 20 % d'électricité en moins que les systèmes de climatisation classiques à air et les systèmes de climatisation individuels à eau utilisant des tours de refroidissement. L'agrégation de la demande, résultant de la combinaison de profils de charge variés, génère des économies d'échelle permettant aux systèmes de refroidissement urbain d'utiliser de manière rentable des technologies à haute efficacité et durables, telles que la trigénération, qui sont moins viables sur les plans économique et technique à l'échelle d'un bâtiment individuel. L'agrégation des charges de refroidissement rend plus viables des technologies alternatives innovantes telles que le refroidissement gratuit par l'eau des lacs, des rivières ou de l'océan, la récupération et la réutilisation des eaux grises, le stockage d'énergie thermique ou encore la valorisation de la chaleur fatale industrielle, en réduisant les coûts et les impacts environnementaux associés aux technologies de climatisation. Par ailleurs, le refroidissement urbain offre un avantage considérable aux propriétaires de bâtiments, en les dispensant de l'achat, de l'installation, de l'exploitation et de la maintenance des systèmes de climatisation, qui représentent une part importante des budgets annuels. Enfin, l'approche centralisée du refroidissement urbain permet une utilisation sûre et contrôlée de frigorigènes respectueux de l'environnement, qui ne sont ni adaptés ni disponibles à l'échelle des bâtiments individuels.



02.5 Intégration aux objectifs climatiques et de développement

Dans les régions comme la région MENA, où la demande en énergie de refroidissement est prépondérante et où elle devrait plus que tripler au cours des prochaines décennies³⁷, il est essentiel d'aligner les stratégies de refroidissement sur les plans de mise en œuvre de Kigali, les NDC, les stratégies de neutralité carbone et l'Engagement mondial pour le refroidissement (GCP). L'intégration des NCAP avec des objectifs plus larges de développement climatique constitue une opportunité pour les pays de répondre simultanément à l'augmentation de la demande de refroidissement, d'améliorer l'accès au refroidissement et de progresser dans la réalisation de leurs engagements climatiques. Dans les régions comme la région MENA, où la demande en énergie de refroidissement est prépondérante et où elle devrait plus que tripler au cours des prochaines décennies³⁸, il est essentiel d'aligner les stratégies de refroidissement sur les plans de mise en œuvre de Kigali, les CDN, les stratégies de neutralité carbone et l'Engagement mondial pour le refroidissement (GCP). Pour les pays de la région MENA confrontés à la fois à la hausse des températures et à l'augmentation de la demande de refroidissement, intégrer les considérations liées au refroidissement dans les processus de planification climatique garantit que les parcours de développement restent à la fois compatibles avec le climat et centrés sur l'humain, tout en évitant le verrouillage d'infrastructures de refroidissement inefficaces et fortement émettrices, qui compromettraient les objectifs climatiques à long terme.

Lorsque les NCAP sont explicitement liés aux cadres des NDC, les pays peuvent débloquer davantage de ressources financières, d'assistance technique et de soutien à la mise en œuvre pour les initiatives de refroidissement via les mécanismes de financement climatique.

Des outils tels que le [guide sur le refroidissement de la NDC](#) de la Coalition Cool du PNUE et le guide sur les polluants climatiques à courte durée de vie de la Coalition pour le climat et l'air pur (CCAC) fournissent des approches structurées pour intégrer le refroidissement dans les politiques climatiques nationales, en abordant à la fois l'atténuation (par exemple, les fluides frigorigènes à faible PRG, les systèmes à haute efficacité) et l'adaptation (par exemple, la résilience à la chaleur, l'accès équitable).

En outre, les Plans de mise en œuvre de Kigali permettent de lier les stratégies de réduction progressive des frigorigènes à des améliorations d'efficacité, afin de maximiser les bénéfices climatiques. De même, intégrer le refroidissement dans les Plans Nationaux d'Adaptation (NAP) permet de garantir des co-bénéfices en matière d'adaptation, tels que les plans d'action contre la chaleur urbaine, le refroidissement passif dans les infrastructures publiques, l'accès équitable au refroidissement pour les groupes vulnérables, et la conception urbaine résiliente au climat.

³⁷ PNUE 2023, *Surveillance mondiale du refroidissement 2023, Maintenir le froid – Comment répondre aux besoins de refroidissement tout en réduisant les émissions*, <https://www.unep.org/resources/global-cooling-watch-2023>

³⁸ !!!!!!! La note de bas de page est manquante.



Dans la région MENA, le refroidissement commence à apparaître dans les NDC, bien que la couverture soit inégale. L'Égypte, la Jordanie, le Liban, la Somalie et les Émirats arabes unis mentionnent explicitement le refroidissement sous différentes formes : refroidissement solaire et urbain, réduction progressive des HFC, mesures d'efficacité énergétique et plans nationaux de refroidissement, tandis que la majorité des autres pays en sont encore aux étapes initiales. Cela reflète à la fois une reconnaissance croissante du refroidissement comme priorité en matière d'atténuation et de résilience, et un besoin d'intégration systématique dans toute la région. Le guide sur le refroidissement de la Coalition Cool du PNUE fournit des [orientations détaillées pour l'intégration du secteur du refroidissement dans les NDC](#). Ce guide comprend une méthodologie et un plan directeur pour intégrer efficacement le secteur du refroidissement dans la NDC. Le guide de la Cool Coalition propose une approche progressive pour différents secteurs du refroidissement, notamment le refroidissement passif des bâtiments et l'efficacité énergétique des technologies de refroidissement, afin de rehausser les ambitions nationales en matière d'émissions. Le guide met également un accent particulier sur l'adaptation à la chaleur extrême en milieu urbain et décrit les étapes pour inclure des stratégies d'adaptation visant à promouvoir l'accès au refroidissement via les NDC. En outre, le guide assure la faisabilité de la mise en œuvre des NDC en proposant un cadre de suivi, de rapport et de vérification pour suivre les mesures de refroidissement intégrées aux NDC. En outre, le guide sur les NDC de la Coalition pour le climat et l'air pur (CCAC) concernant les SLCP [fournit des approches de refroidissement durables pour renforcer les NDC](#) et fournit un cadre complet pour cette intégration, et explique comment les interventions de refroidissement, y compris les technologies de fluides frigorigènes à faible PRG, peuvent permettre des réductions substantielles des émissions de gaz à effet de serre et des polluants climatiques à courte durée de vie, notamment les HFC, tout en faisant progresser de multiples objectifs de développement durable.

Pour les pays de la région MENA confrontés à la fois à la hausse des températures et à l'augmentation de la demande de refroidissement, intégrer les considérations liées au refroidissement dans les processus de planification climatique garantit que les parcours de développement restent à la fois compatibles avec le climat et centrés sur l'humain, tout en évitant le verrouillage d'infrastructures de refroidissement inefficaces et fortement émettrices, qui compromettraient les objectifs climatiques à long terme. La CCAC a mis en évidence les opportunités de politiques climatiques et les risques correspondants de l'inaction, en mettant particulièrement l'accent sur le secteur du refroidissement, comme présenté dans le Tableau 2.

Selon le Guide des NDC de la Cool Coalition, le NCAP constitue la première étape pour intégrer le refroidissement dans les NDC. Lorsqu'il est explicitement lié aux cadres des NDC, un NCAP permet aux pays de débloquer davantage de ressources financières, d'assistance technique et de soutien à la mise en œuvre des initiatives de refroidissement via les mécanismes de financement climatique.

Le guide de la CCAC suggère que les Unités nationales d'ozone (UNO) participent activement à la collecte d'informations pour estimer les émissions de gaz fluorés conformément à leurs obligations internationales (déclaration au titre du Protocole de Montréal). D'autres services gouvernementaux liés à l'énergie et aux bâtiments peuvent fournir des données essentielles sur la réduction de la consommation énergétique dans le secteur du Refroidissement grâce à la mise en œuvre de nouvelles mesures. Ces données peuvent étayer les Rapports de transparence biennaux (BTR) et autres rapports établis dans le cadre du Cadre de transparence renforcé (ETF).

Tableau 2 Principales politiques climatiques liées au refroidissement, montrant les opportunités par rapport aux risques de l'inaction

Catégorie	Opportunité	Risque d'inaction
Applications de climatisation de confort		
Mesures d'atténuation	Transition vers des frigorigènes à faible PRG, LRM, refroidissement urbain (DC) et technologies de refroidissement « Not-in-kind »	Les émissions de gaz fluorés (f-) augmentent en raison de la consommation, de la production et des fuites.
Sécurité énergétique	La mise en œuvre de technologies de refroidissement passif et de mesures d'efficacité énergétique présente un double avantage : une diminution de la consommation d'énergie et des coûts associés, ainsi qu'une réduction de la charge sur le réseau électrique, améliorant ainsi la sécurité énergétique.	Émissions indirectes de CO ₂ eq plus élevées liées à la consommation d'électricité ; pic de charge électrique plus élevé sur le réseau ; augmentation des coûts des services publics ; inégalités d'accès accrues.
Adaptation aux risques liés à la chaleur	Favoriser un meilleur accès au refroidissement durable, notamment pour les populations les plus vulnérables.	Refroidissement durable inabordable pour les populations vulnérables, utilisation persistante de technologies de refroidissement inefficaces et polluantes.
Inégalités socio-économiques et de genre	Le refroidissement passif peut améliorer le confort thermique des communautés vulnérables et défavorisées, contribuant ainsi à l'égalité socio-économique et de genre. L'adoption d'appareils de refroidissement plus performants peut accroître le revenu disponible et améliorer le bien-être général.	Le manque d'action sur les inégalités socio-économiques et de genre dans le secteur du refroidissement de confort aggraverait les disparités existantes, laissant les populations vulnérables exposées à la chaleur extrême et exclues des bénéfices des solutions de refroidissement durables et résilientes
Chaînes du froid		
Adaptation liée à la sécurité alimentaire	Des chaînes du froid fiables et durables garantissent la sécurité alimentaire et soutiennent la croissance économique.	Gaspillage alimentaire persistant dans l'agriculture et la pêche entraîne un accès insuffisant à l'alimentation et des pertes de profit tout au long de la chaîne de production alimentaire.
Adaptation liée à la santé	Assurer le fonctionnement sûr des établissements de santé et maintenir la disponibilité des médicaments et des vaccins.	Exposition des patients et du personnel soignant au stress thermique, gaspillage de médicaments et de vaccins, et accès limité aux soins de santé. Augmentation des risques sanitaires pour tous : aggravation des problèmes de santé (maladies cardiovasculaires, affections respiratoires, etc.), risque accru de coup de chaleur et d'épuisement par la chaleur.
Développement économique	Renforcement des économies locales grâce à la création d'emplois dans les secteurs du refroidissement durable, l'amélioration de la productivité et le renforcement de la résilience des entreprises.	Pertes économiques dues à la baisse de la productivité, à l'augmentation des coûts liés aux interruptions d'activité pendant les vagues de chaleur et aux opportunités manquées de création d'emplois.
Inégalités socio-économiques et de genre	Le renforcement des chaînes du froid pharmaceutiques et agricoles offre une opportunité essentielle de réduire les pertes après récolte et de garantir un accès équitable aux vaccins et aux médicaments, tout en autonomisant les femmes, qui jouent un rôle clé dans l'agriculture, les soins de santé et les marchés informels, grâce à l'amélioration de leurs moyens de subsistance.	Négliger d'investir dans une infrastructure de chaîne du froid équitable risque de perpétuer l'insécurité alimentaire, les inégalités en matière de santé et la marginalisation économique, en particulier pour les femmes.

Un autre élément important de l'architecture climatique et environnementale internationale relative au refroidissement est l'Engagement mondial pour le refroidissement (GCP).³⁹ Dans la région MENA, **Djibouti, Liban, Maroc, Somalie, Tunisie, Syrie et Émirats arabes unis** ont rejoint le GCP. Par cet engagement, les gouvernements signataires s'engagent à mener une action mondiale concertée pour réduire les émissions liées au refroidissement d'au moins 68 % d'ici 2050 par rapport aux niveaux de 2022. Cette démarche soutient l'initiative mondiale visant à limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C et à atteindre la neutralité carbone grâce à des mesures intégrées d'atténuation et d'adaptation. Les signataires s'engagent à ratifier l'Amendement de Kigali d'ici 2024, en mobilisant le Fonds multilatéral du Protocole de Montréal pour réduire progressivement l'utilisation des HFC et améliorer l'efficacité énergétique lors des transitions HCFC et

HFC. De plus, ils s'engagent à augmenter de 50 % d'ici à 2030 le niveau d'efficacité moyen mondial des nouveaux climatiseurs par rapport aux niveaux de 2022, tout en mettant en œuvre les normes MEPS, les codes de performance énergétique des bâtiments nationaux ou infranationaux (avec refroidissement passif) et les politiques d'approvisionnement en réfrigérants à faible PRG. Les signataires s'engagent également à publier leurs NCAP d'ici 2026, ces derniers pouvant servir à orienter les actions nationales de refroidissement pour soutenir les engagements du GCP. De plus, les signataires soutiennent la gestion du cycle de vie des fluorocarbures, les collaborations internationales en matière de recherche (par exemple, le refroidissement à base d'énergies renouvelables) et les stratégies d'achat public visant à favoriser le déploiement de solutions de refroidissement à faible émission de carbone.

³⁹ *Djibouti, le Liban, le Maroc, la Tunisie, la Somalie et la République arabe syrienne sont les 6 États membres du RCREE qui sont actuellement signataires du GCP ; les Émirats arabes unis sont un autre État de la région MENA signataire du GCP.*

cNCAP MENA Processus de développement

Le cNCAP MENA propose un cadre pour relever les défis du refroidissement de manière globale et durable. L'accès au refroidissement, en particulier dans les pays les plus touchés⁴¹, constitue un objectif prioritaire du cNCAP MENA, qui veille à ce que les solutions de refroidissement soient abordables, efficaces et respectueuses de l'environnement. Les éléments clés du cNCAP MENA doivent inclure :

- **Accès équitable** : Les politiques doivent viser à atteindre les populations mal desservies (notamment les femmes et les enfants), y compris les communautés rurales et à faibles revenus.
- **Efficacité énergétique** : Promouvoir les technologies de refroidissement écoénergétiques et améliorer l'efficacité des équipements (par exemple, grâce aux programmes MEPS et d'étiquetage). Parallèlement, promouvoir les stratégies de refroidissement passif afin de réduire la charge de refroidissement.
- **Technologies de refroidissement durables** : privilégier les fluides frigorigènes à faible potentiel de réchauffement climatique, réduire les émissions directes de fluides frigorigènes grâce à une approche globale de gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM) et adopter des technologies de refroidissement alternatives, notamment des solutions sans fluide frigorigène telles que les systèmes NIK et le refroidissement urbain.
- **Intégration avec les objectifs climatiques et de développement** : Le cNCAP MENA doit s'aligner sur les engagements climatiques nationaux, tels que les Contributions Déterminées au niveau National (NDC), le Global Cooling Pledge, ainsi que sur les agendas de développement plus larges, afin de maximiser les co-bénéfices.

L'approche méthodologique du cNCAP MENA devrait garantir une approche intégrée où tous les parties prenantes gouvernementaux concernés sont représentés afin d'améliorer la synergie.

L'élaboration d'un NCAP complet constitue une tâche complexe nécessitant un temps et des ressources considérables. Afin de simplifier ce processus pour la région MENA, la méthodologie holistique⁴⁰ a été contextualisée dans ce document pour mieux répondre aux besoins des pays de cette région, sur la base d'une étude approfondie. La méthodologie cNCAP MENA vise à fournir un cadre flexible, adaptable aux besoins et priorités spécifiques de chaque pays.

Les principes clés de cette méthodologie sont les suivants :

- **Approche holistique** : Prendre en compte l'interdépendance des différents secteurs du refroidissement et de leurs usages finaux (par exemple, le refroidissement de confort avec l'impact du refroidissement passif, des chaînes du froid et de la gestion durable des ressources, ainsi que l'impact du refroidissement de confort sur l'effet d'îlot de chaleur urbain).
- **Planification stratégique** : Trouver un équilibre entre les priorités immédiates et les objectifs à long terme.
- **Cadre modulaire** : Permettre une approche progressive du développement de cNCAP MENA.
- **Accès équitable** : Garantir l'accès aux solutions de refroidissement pour tous.

La méthodologie contextualisée du cNCAP MENA reconnaît qu'une approche « universelle » (one-size-fits-all) ne convient pas aux plans nationaux de refroidissement. Elle met plutôt l'accent sur :

- **Adaptabilité** : Les pays peuvent adapter la méthodologie contextualisée en fonction de leur contexte spécifique (priorités, ressources, disponibilité des données). Cela offre une flexibilité, tant pour des plans complets que pour un développement par phases.
- **Simplification et priorisation** : La méthodologie contextualisée vise à être facile d'utilisation et à guider les pays dans la priorisation d'une collecte de données gérable, en se concentrant sur leurs besoins immédiats et leurs ressources disponibles.

40 PNUE 2021 ; « Méthodologie du plan d'action national pour le refroidissement : Méthodologie holistique pour l'élaboration d'un plan d'action national pour le refroidissement », Cool Coalition, AEEE, PNUE, CESAP, Groupe de la Banque mondiale, PNUD, K-CEP, SEforALL, GIZ, U4E, OzonAction, Clasp, Fondation Energy China, Université de Birmingham, <https://coolcoalition.org/national-cooling-action-plan-methodology/>

Le développement de la méthodologie vise à fournir un processus permettant à la majorité des pays de la région MENA de prioriser un refroidissement respectueux du climat, en mettant l'accent sur la quantification de la demande de refroidissement satisfaite avec un minimum de ressources disponibles. L'analyse des données proposée intègre les paramètres d'évaluation des besoins de l'initiative « Sustainable Energy for All » (SEforALL) afin de favoriser l'accès au refroidissement tout en réduisant l'impact climatique. Cette croissance est liée aux Objectifs de Développement Durable (ODD), notamment : Faim Zéro (ODD 2), Bonne santé et bien-être (ODD 3), Travail décent et croissance économique (ODD 8) et Réduction des inégalités (ODD 10).

La méthodologie préconise une approche intégrée pour répondre aux besoins de refroidissement, en mettant l'accent sur quatre stratégies clés :

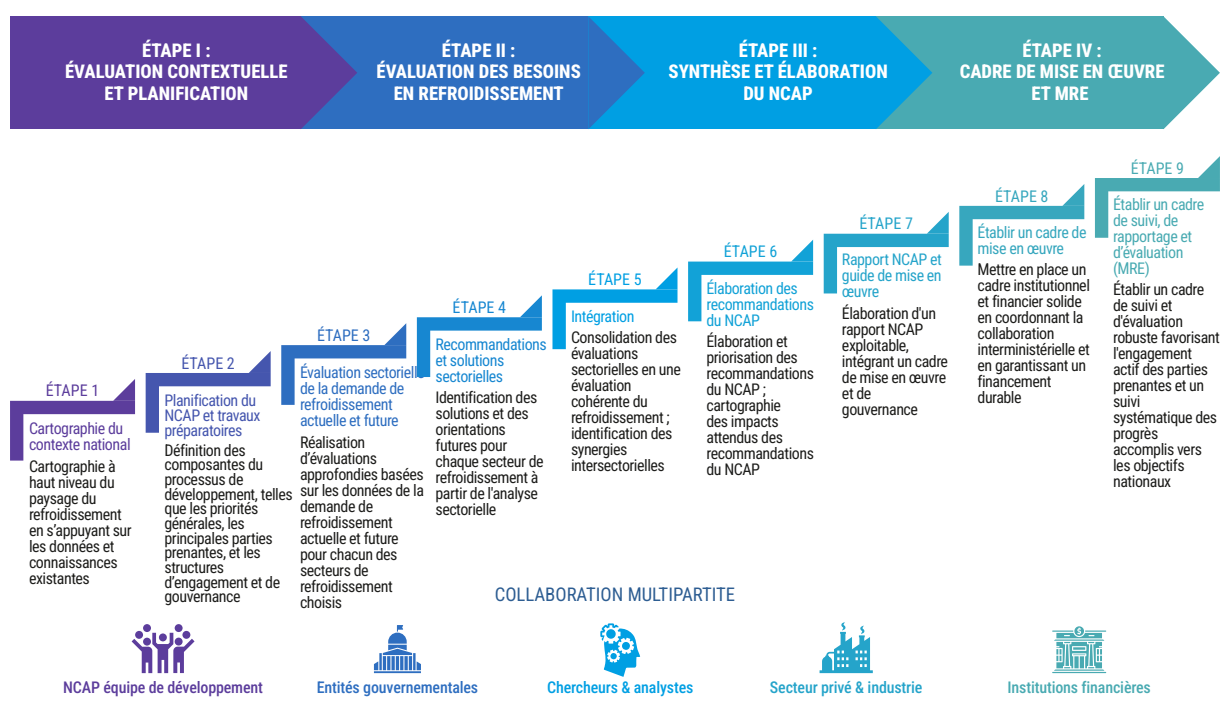
1. **Réduction de la demande de refroidissement** : Minimiser la consommation énergétique liée au refroidissement grâce à une conception efficace des bâtiments et à des techniques de refroidissement passif.
2. **Solutions de refroidissement efficaces** : Utiliser des équipements et technologies de refroidissement économes en énergie pour fournir le refroidissement nécessaire tout en minimisant la consommation d'énergie et d'eau potable et en réduisant les émissions.
3. **Optimisation des opérations de refroidissement** : Mettre en œuvre les meilleures pratiques d'exploitation et de maintenance, et encourager des changements de comportement des utilisateurs afin d'assurer une livraison efficace du refroidissement.
4. **Réduction efficace des HFC** : S'appuyer sur des technologies utilisant des frigorigènes à faible PRG et mettre en œuvre la gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM) pour réduire efficacement les HFC.

En combinant ces stratégies avec une transition vers les sources d'énergie renouvelables, les pays peuvent réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre liées au refroidissement, approchant ainsi des émissions quasi nulles.

03.1 Aperçu du développement du programme NCAP

La méthodologie NCAP se compose généralement de trois étapes séquentielles : Évaluation et planification du contexte, Évaluation des besoins en refroidissement, et Synthèse et élaboration du NCAP. Le processus d'élaboration du NCAP requiert une collaboration efficace des parties prenantes, comme illustré à la figure 5.

Figure 5 Étapes de développement du programme NCAP – aperçu³⁰



03.2 Étape I : Évaluation contextuelle et planification

Cette étape fondamentale comprend 1) la cartographie du contexte national pour évaluer les conditions de base du refroidissement, identifier les éléments et priorités essentiels, et 2) le processus de planification et de pré-travail du NCAP, comme illustré à la figure 6.

Figure 6 Étapes de la phase I du processus de développement NCAP typique



03.2.1 Étape 1 : Cartographie du contexte national

Le NCAP doit débuter devrait commencer par la constitution d'une équipe centrale, incluant les agences de développement et les consultants. Cette équipe doit impliquer dès le départ l'entité gouvernementale responsable du NCAP. Une évaluation complète du contexte du refroidissement d'un pays devrait inclure la compréhension de ses besoins en refroidissement, des parties prenantes socio-économiques, des priorités nationales et des moteurs de croissance tels que la croissance démographique, la croissance des revenus, l'urbanisation et les tendances du secteur de la construction. D'autres facteurs pertinents, tels que les tendances technologiques, les capacités de production d'équipements de refroidissement et les comportements d'achat du marché, devraient également être pris en compte.

Les informations quantitatives et qualitatives sont toutes deux essentielles à la cartographie du contexte national. Les pays devraient tirer parti des recherches existantes, telles que les bases de données gouvernementales, les études de marché et les connaissances des organisations multilatérales. Les lacunes de données peuvent être comblées grâce aux apports d'experts spécialisés. Le cadre d'évaluation des données vise à faciliter une cartographie nationale complète du refroidissement en collectant des données contextuelles à haut niveau dès la phase initiale de développement du NCAP. Ce cadre permet de déterminer la portée du NCAP, d'identifier les priorités nationales en matière de refroidissement et d'orienter les efforts de collecte de données de manière ciblée dans les différents secteurs de consommation de refroidissement.⁴¹ Tableau 3. Considérations relatives aux données pour la cartographie de haut niveau des pays de la région MENA. Ce tableau présente les différentes considérations relatives aux données à l'échelle nationale et leurs objectifs. Bien qu'il s'agisse d'une liste indicative, les pays peuvent sélectionner ou ajouter les éléments les plus pertinents pour eux. Il est également important de noter que les données peuvent être quantitatives ou qualitatives.

41 Les cadres d'évaluation des données sont accessibles en ligne. (<https://bit.ly/DataCollectionFrameworksNCAP>).



Tableau 3 Considérations relatives aux données pour la cartographie de haut niveau des pays de la région MENA

Catégorie	Objectif	Données typiques collectées	Ressources typiques
Facteurs de croissance socio-économiques de la demande de refroidissement	Cartographie des principaux facteurs de croissance et des macro-tendances de la demande de refroidissement.	– Croissance démographique – Croissance du PIB – PIB par habitant – Taux d'urbanisation – Taux d'accès à l'énergie – Objectifs nationaux de haut niveau concernant l'électrification, la sécurité alimentaire et L'amélioration d'accès aux soins de santé – Caractéristiques démographiques des populations vulnérables (personnes âgées, enfants, groupes à faible revenu) particulièrement exposées aux fortes chaleurs <u>Remarque : Ces données devraient inclure une désagrégation contextuelle par sexe, âge, statut socio-économique, situation géographique et autres facteurs pertinents – lorsque cela est pertinent et disponible. Cette désagrégation permettra de mettre en évidence des vulnérabilités spécifiques liées au genre et au contexte social afin de soutenir des interventions de refroidissement plus ciblées et adaptées.</u>	Primaires : – Données du recensement national – Énergie et environnement – Ministères – Urbanisme et construction, – Agriculture, hydraulique/irrigation et protection sociale Secondaires : – Organisations internationales telles que l'ONU, FMI, Banque mondiale, OMS et FAO.
Cartographie climatique	Évaluation des conditions climatiques actuelles et changeantes et de leur impact sur la population.	– Types de climats – Caractéristiques de température et d'humidité relative – Variations saisonnières – Degrés-jours de refroidissement(DJR) – Température maximale de pointe par rapport à la moyenne ; Température annuelle maximale – par rapport à la moyenne – Vagues de chaleur – Régions touchées par le stress thermique et pourcentage de la population à risque – Morbidité et mortalité liées au stress thermique – Impact sur la chaîne du froid agroalimentaire insuffisamment desservie par les équipements de refroidissement mécanique	Se concentrer sur l'impact climatique global : utiliser les données du service météorologique national ; à défaut, utiliser des données et des modèles publics.
Paramètres du réseau électrique	Déterminer les paramètres du réseau électrique et les changements futurs ayant une incidence sur la consommation d'énergie pour le refroidissement et les émissions.	– Rendement de la conversion de l'énergie primaire – Pertes liées aux technologies, à l'ingénierie et au contrôle (AT&C) – Intensité/facteur carbone du réseau (et tendances futures) – Fiabilité de l'approvisionnement en électricité – Résilience du réseau face aux vagues de chaleur et aux phénomènes météorologiques extrêmes	Ministère de l'Énergie : – Les sources de données secondaires peuvent inclure des organisations internationales reconnues telles que l'AIE.
Engagements internationaux	Établir un cadre de motivation pour le NCAP basé sur les accords mondiaux, qui influence les objectifs et priorités du NCAP :	– Contributions sectorielles potentielles aux NDC – Amendement de Kigali (réduction progressive des HFC, gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM) , etc.) – Objectifs de développement durable 2030 – Engagement mondial pour le refroidissement – Priorités dans le cadre des Plans Nationaux d'Adaptation (NAP) – Mission Innovation	Ces informations peuvent être obtenues auprès des ministères.
Objectifs nationaux, enseignements tirés et leur mise en œuvre	Cartographie des directives et objectifs internes relatifs au refroidissement et de leur mise en œuvre.	– Objectifs d'efficacité énergétique – Politiques relatives aux mesures d'économie de fluides frigorigènes (LRM) – Réduction des émissions de carbone – Cadre réglementaire et politique général du refroidissement – Objectifs relatifs aux énergies renouvelables, à la précarité énergétique et à la sécurité énergétique – Plans d'action nationaux ou infranationaux sur la chaleur et la santé	Feuilles de route politiques générales applicables à plusieurs secteurs de consommation de froid (ex: Ministères de l'Énergie, de l'Environnement, de l'Agriculture, du Bâtiment et du Développement Urbain, etc.).
Consommation de froid et secteurs associés	Priorités des principaux secteurs de consommation de refroidissement	– Secteurs de consommation de refroidissement et taille relative à haut niveau – Secteurs associés (fluides frigorigènes, services, etc.) – Population ayant accès au froid (actif et passif) – Analyse de la chaîne du froid agroalimentaire (y compris les problèmes d'accès)	Ces données doivent provenir de sources secondaires crédibles, provenant d'organisations internationales et nationales.

Catégorie	Objectif	Données typiques collectées	Ressources typiques
Ressources financières	Identifier les instruments financiers soutenant ou influençant la transition vers un refroidissement durable (par exemple, subventions, incitations, lignes de crédit à taux préférentiel, aides à l'accès au refroidissement, à l'efficacité énergétique et à l'utilisation des énergies renouvelables dans le secteur du refroidissement).	- Subventions pour les coûts énergétiques - Aide à l'achat d'équipements et d'appareils performants (subventions, aides, bons d'achat) - Remboursements d'impôt, crédits d'impôt - Sources de financement (publiques/privées, banques nationales, banques multilatérales de développement, institutions financières internationales) - Politiques de marchés publics - Assistance technique et formation - Mécanismes de financement pour les solutions de refroidissement adaptées aux communautés vulnérables, le cas échéant	Bien que les banques multilatérales de développement (MDBs) rendent compte des investissements en efficacité énergétique, les données relatives aux activités de refroidissement restent minimales. Pour les banques nationales de développement (NDBs), les données sont disponibles, mais insuffisantes.
Cartographie des principales parties prenantes	Cartographier les parties prenantes du secteur public, privé et de la société civile pour le développement du NCAP :	- Secteur public : ministères centraux et agences associées, départements au niveau étatique/régional, etc. - Secteur privé : associations industrielles, fabricants d'équipements et de frigorigènes, représentants du secteur des services - Société civile et monde universitaire : ONG/organismes sans but lucratif, établissements d'enseignement, etc.	
Ressources de données & capacités nationales	Identifier les principales ressources de données et l'expertise interne.	- Bases de données et recherches gouvernementales existantes - Sources non gouvernementales crédibles - Experts internes en refroidissement et en industrie - Capacités d'analyse et de modélisation des données	
Autres	Facteurs à cartographier influençant le développement du NCAP :	- Importation vs production nationale - Obstacles et risques liés à l'investissement - Activités économiques clés (tourisme, agriculture)	

La cartographie du contexte national vise à évaluer le paysage politique lié au refroidissement, à recenser les politiques et programmes existants en la matière, à contextualiser le profil de refroidissement du pays à l'aide de données, et à cartographier les connaissances et ressources existantes. Chaque secteur présente des caractéristiques uniques, reflétant l'importance relative des différents secteurs du refroidissement. La cartographie du contexte offre une vision qualitative et quantitative des secteurs du refroidissement d'un pays, mettant en lumière les nuances et les priorités. Elle permet également d'analyser les ressources et les capacités existantes du pays. Un résumé des orientations qualitatives pour la première étape est présenté dans le tableau 4. Orientations qualitatives pour l'étape 1 du cNCAP MENA

Les entretiens menés lors de la phase initiale du cNCAP MENA ont révélé que la climatisation des pièces et la chaîne du froid constituent les principaux segments de marché. Bien que les capacités de production varient considérablement d'un pays de la région MENA à l'autre, une demande de services constamment élevée indique que la gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM) est un élément essentiel du secteur du refroidissement.

En l'absence de statistiques de marché détaillées, les pays peuvent utiliser les données existantes du Protocole de Montréal relatives à la consommation de fluides frigorigènes comme indicateur pour estimer leurs parcs d'équipements, notamment pour les pays producteurs. Pour les pays ne disposant que des services, les codes SH permettent d'estimer les importations annuelles d'équipements. Des données secondaires, telles que celles de la Green Cooling Initiative, fournissent des informations complémentaires, notamment des prévisions concernant le parc d'équipements et la croissance future par secteur. En l'absence de données précises sur la consommation électrique des appareils de refroidissement, les données nationales du bilan énergétique peuvent être désagrégées et des indicateurs indirects, comme la croissance démographique, les taux d'urbanisation, le PIB par habitant et les données climatiques (degrés-jours de chauffage/refroidissement), permettent de modéliser la demande future en refroidissement.

Tableau 4 Orientations qualitatives pour l'étape 1 du cNCAP MENA

Domaine d'intervention	Question/Objectif	Aspects à explorer (contexte MENA)
Composition du secteur du refroidissement & paysage industriel	Où le refroidissement est-il le plus utilisé/nécessaire dans le pays ?	Cartographie sectorielle (préliminaire/générale) : – Refroidissement des espaces (bâtiments) – Climatisation mobile/transport – Chaîne du froid & réfrigération (agroalimentaire, santé) – Refroidissement des procédés industriels (textile, centres de données, etc.) – Installations critiques nécessitant un refroidissement adaptatif (hôpitaux, abris d'urgence, etc.)
	Quels sont les principaux services et industries liés au refroidissement (indirects/de second ordre) ?	Industries et services associés : – Entretien et maintenance des équipements – Récupération, recyclage et valorisation des fluides frigorigènes – Recherche et développement dans le domaine du refroidissement – Conception et rénovation de bâtiments résilients au changement climatique
Pratiques actuelles de refroidissement & dynamique du marché	Quelles sont les caractéristiques socioculturelles et commerciales liées aux pratiques de refroidissement ?	Pratiques & Caractéristiques : – Comportements de refroidissement dans les différents secteurs – Équipements typiquement utilisés – Niveaux d'efficacité du marché – Sensibilisation des utilisateurs et des parties prenantes – Comportements d'achat et dynamique de prise de décision – Satisfaction des utilisateurs – Capacités de production – Stratégies d'adaptation culturelle pour faire face à la chaleur (par exemple, traditions de refroidissement passif, espaces publics ombragés)
	Quels sont les facteurs sous-jacents / obstacles à la demande de refroidissement respectueuse du climat ?	Obstacles : – Accès au financement – Disponibilité de l'information pour les consommateurs – Capacités professionnelles /de maintenance – Obstacles législatifs (codes de sécurité, normes)
	Quels sont les facteurs qui peuvent stimuler la demande de refroidissement respectueux du climat ?	Facteurs : – Instruments financiers (subventions, incitations) – Renforcement des capacités (professionnelles et de maintenance) – Élaboration de politiques (MEPS, codes du bâtiment, normes de sécurité)
Facteurs de croissance de la demande de refroidissement	Quels sont les facteurs qui stimulent la demande de refroidissement dans le pays ?	Facteurs de la demande : – Démographie/Socio-économie : Croissance démographique, répartition urbaine/rurale, taux d'urbanisation, – croissance du pouvoir d'achat et croissance de l'électrification – Climat/Environnement : Conditions climatiques (jours de forte chaleur, variations saisonnières), vagues de chaleur et îlots de chaleur urbains – Accès : Besoins non satisfaits en matière de climatisation et populations vulnérables à la chaleur – Autre: Plans de décarbonation du réseau et facteurs spécifiques au secteur <u>Remarque : Ces données devraient inclure une désagrégation contextuelle par sexe, âge, statut socio-économique, situation géographique et autres facteurs pertinents – lorsque cela est pertinent et disponible. Cette désagrégation permettra de mettre en évidence des vulnérabilités spécifiques liées au genre et au contexte social afin de soutenir des interventions de refroidissement plus ciblées et adaptées.</u>
	Quel est le taux de croissance actuel et prévu de la demande en climatisation ?	Taux de croissance : – Informations préliminaires (études, experts, associations, organismes) – Croissance estimée/projetée (équipements, consommation d'énergie, scénarios d'adaptation au changement climatique, le cas échéant)
Impacts actuels & futurs du refroidissement	Quels sont les impacts généraux – actuels et futurs – du refroidissement selon les pratiques établies et de sa croissance prévue ?	Impacts (trajectoires établies) : – Socio-économiques : Pertes de santé et de productivité, inégalités sociales, augmentation des capacités de production, coupures de courant et impacts sur le réseau – Environnementaux : Émissions de carbone directes et indirectes et aggravation des îlots de chaleur urbains
	Quels sont les paramètres du réseau électrique ?	Réseau électrique : – Intensité carbone du réseau – Pertes de transmission – Plans de décarbonation du réseau – Résilience du réseau face aux fortes chaleurs (limitations de capacité du réseau)

Domaine d'intervention	Question/Objectif	Aspects à explorer (contexte MENA)
Paysage politique lié au refroidissement	Quels sont les engagements et objectifs internationaux et nationaux du pays en lien avec le refroidissement ?	Engagements/Objectifs : – Globaux : NDCs (Accord de Paris), gestion des frigorigènes (Amendement de Kigali), ODD 2030, Plans Nationaux d'Adaptation (NAPs) et cadres d'action chaleur-santé – Nationaux : Réduction des émissions de carbone, obligations en matière d'efficacité énergétique, confort thermique, sécurité alimentaire et santé/sécurité
	Quel est le contexte politique actuel pour répondre à la demande croissante de refroidissement ?	Paysage politique: – Programmes / initiatives (au niveau national et infranational) – Interconnexions entre les politiques
Cartographie des parties prenantes du refroidissement	Quels sont les principaux parties prenantes gouvernementaux (ministères sectoriels) impliqués dans le refroidissement ?	Acteurs gouvernementaux : – Environnement/changement climatique – Énergie (énergies nouvelles et renouvelables) – Logement/développement urbain/rural – Sciences/technologies – Agriculture – Industrie et micro, petites et moyennes entreprises (PME) – Transports – Efficacité énergétique, finances ou autres entités gouvernementales impliquées dans la chaîne d'approvisionnement en systèmes de refroidissement – Ministères de la Santé, de la Gestion des catastrophes et de la Protection sociale pour la résilience face aux vagues de chaleur
	Quels sont les principaux parties prenantes non gouvernementaux impliqués dans le débat national sur le refroidissement ?	Acteurs non gouvernementaux : – Fabricants d'équipements/de fluides frigorigènes – Associations industrielles – Monde universitaire/recherche – Société civile – Harmonisation/coordination des actions de refroidissement entre les différents secteurs – ONG humanitaires et de santé œuvrant pour l'adaptation au stress thermique
Informations & ressources disponibles	Quel est le niveau de disponibilité des données dans le pays ?	Disponibilité des données : – Renseignements préalables sur les types de données – Sources clés (unités d'ozone, ministère de l'Énergie, recensement, services météorologiques, associations) – Accessibilité, qualité et valeur des données (date de publication)
	Qui développera le NCAP ?	Développement du NCAP : – Expertise et capacités nationales – Ressources mobilisables



Cette étape vise à identifier les besoins et les défis critiques en matière de refroidissement et à élaborer un argumentaire en faveur d'un refroidissement durable pour respecter les engagements climatiques nationaux et internationaux. Elle met en évidence les lacunes potentielles ainsi que les opportunités d'interventions à court et à long terme, ainsi que leur niveau de maturité/préparation. Elle permet également d'assurer l'alignement entre les différentes parties prenantes du secteur du refroidissement et d'orienter les étapes suivantes en fournissant une évaluation contextuelle destinée à éclairer les grandes orientations et les éléments clés du développement du NCAP du pays.



03.2.2 Étape 2 : Planification et travaux préparatoires du NCAP

Un Plan d'Action National pour le Refroidissement (NCAP) doit être adapté au contexte spécifique du pays, à ses priorités, ressources et au degré d'urgence d'action. Il doit également veiller à intégrer des analyses environnementales et de genre dans le processus de planification et d'élaboration des politiques, afin d'évaluer les impacts différenciés des politiques de refroidissement et d'ajuster les mesures pour promouvoir la durabilité environnementale et l'égalité de genre.

La phase de planification et de travaux préparatoires consiste à définir le périmètre et les grandes orientations du NCAP, en s'appuyant sur la cartographie du contexte national. L'identification d'une entité gouvernementale de coordination, telle que l'Unité nationale de l'ozone, est essentielle pour une collaboration efficace et l'adhésion des différents organismes gouvernementaux. La mise en place d'un mécanisme efficace d'engagement multipartite est essentielle pour assurer des synergies intersectorielles. Cela peut inclure la création d'équipes interfonctionnelles, d'une structure de gouvernance d'équipe, ainsi que d'un processus d'engagement des parties prenantes permettant d'aligner des intérêts divers et de garantir une adhésion large aux politiques et solutions proposées. Il est important d'établir à ce stade le comité de pilotage interministériel du cNCAP MENA. Ce comité de pilotage constitue le noyau central pour orienter le processus d'élaboration du NCAP. Il doit disposer de rôles et responsabilités clairement définis pour les différents participants afin de garantir le développement en temps voulu et la mise en œuvre future du NCAP.

Un résumé des orientations qualitatives pour l'étape 2 est présenté dans le Tableau 5, mettant en évidence certaines considérations clés pour la région MENA.



Tableau 5 Orientations qualitatives pour l'étape 2 du cNCAP MENA

Domaines d'exploration	Aspects associés (Contexte MENA)
Équipe centrale et ressources du NCAP	- Entité chef de file : Identifier l'organisme gouvernemental le plus efficace (ministère de l'Environnement – Unité Ozone ou ministère de l'Énergie) en fonction de la dynamique régionale. Envisager une coordination interministérielle. - Composition de l'équipe : Assurer une représentation équilibrée, incluant : - Experts techniques (climat, énergie, ingénierie, réduction des risques de catastrophe, santé) - Spécialistes des politiques (réglementation, finances) - Représentants du secteur privé (associations industrielles, fabricants) - Société civile/milieu académique (OSC, ONG, institutions de recherche) <u>Veiller à une représentation équilibrée des genres au sein des équipes centrales du NCAP et des groupes de travail. Promouvoir l'inclusion des femmes expertes, praticiennes et responsables communautaires dans les rôles décisionnels et techniques.</u> - Ressources : Exploiter les bases de données nationales existantes, les centres de recherche régionaux (p. ex., RCREEE) et les partenariats internationaux (PNUE, PNUD, Banque mondiale). Envisager des accords de partage de données
Priorités et objectifs du NCAP	- Objectifs généraux : Prioriser les objectifs alignés sur les plans nationaux de développement et les enjeux régionaux : - Efficacité énergétique du refroidissement - Réduction des émissions de carbone (Accord de Paris) - Réduction progressive des HFC (Amendement de Kigali) - Résilience climatique (atténuation du stress thermique) - Développement durable de la chaîne du froid (sécurité alimentaire) - Création d'emplois dans les secteurs du refroidissement durable - Mettre l'accent sur le lien eau-énergie dans le refroidissement - Relever les défis climatiques des zones désertiques.
Ministère/Entité gouvernementale de tutelle	- Responsabilité : Déterminer si un seul ministère pilotera le projet ou si une approche collaborative est nécessaire. Prendre en compte les sensibilités politiques et les mécanismes existants de coordination interministérielle. - Processus d'adoption : - Clarifier le processus d'adoption officielle, y compris les modifications législatives potentielles et les consultations des parties prenantes. - Évaluer l'influence des visions nationales de développement et du leadership sur l'adoption.
Champ d'application et calendrier du NCAP :	- Secteurs prioritaires : Prioriser les secteurs présentant l'impact et la faisabilité les plus élevés (p. ex., bâtiments résidentiels et chaîne du froid). - Quantification et évaluation des besoins non satisfaits : Adopter une approche progressive, en commençant par les données disponibles et en affinant graduellement les méthodologies. Prendre en compte les lacunes de données régionales et le renforcement des capacités de collecte de données. - Perspectives et étapes clés : S'aligner sur les plans nationaux de développement (p. ex., Vision 2030) et définir des étapes clés réalistes. Prendre en compte les transitions politiques potentielles et leur incidence sur le calendrier. - Calendrier de développement : Établir un calendrier réaliste, en tenant compte des retards administratifs potentiels et de la nécessité d'une consultation approfondie des parties prenantes. Adapter le calendrier aux incertitudes politiques et économiques régionales.
Structure de consultation multipartite	- Groupes de travail : Créer des groupes de travail sectoriels représentatifs des différents secteurs concernés, en veillant à la parité hommes-femmes et à l'expertise de chacun. Envisager le rôle des experts régionaux et des organisations internationales. Faciliter la participation inclusive et l'accès rapide à l'information, en tenant compte des barrières linguistiques, du genre et des sensibilités culturelles. S'appuyer sur les réseaux régionaux existants. - Intégration des contributions : Élaborer un processus clair de collecte, d'analyse et d'intégration des contributions des groupes de travail. Garantir la transparence, la redevabilité et la mise en place de mécanismes de retour d'information.
Structure de gouvernance du NCAP	- Supervision & collaboration : Créer un comité de pilotage interministériel doté de rôles et de responsabilités clairement définis. Assurer une communication et coordination régulières entre les groupes de travail. Garantir l'alignement avec les mécanismes de coordination nationaux existants et remédier aux éventuels cloisonnements bureaucratiques. - Alignement intersectoriel : Développer un mécanisme pour intégrer les recommandations sectorielles dans un NCAP cohérent. Prendre en compte le rôle d'un secrétariat technique pour soutenir la coordination.

À cette étape, les paramètres généraux, les domaines prioritaires, le périmètre, le niveau de détail et les parties prenantes clés pour le développement du NCAP du pays sont définis.



03.3 Étape II : Évaluation des besoins en refroidissement

La méthodologie du NCAP repose essentiellement sur une évaluation de la demande de refroidissement fondée sur les données. La phase II examine la demande actuelle et future par secteur, la consommation d'énergie, l'utilisation de fluides frigorigènes et les émissions de gaz à effet de serre. Les deux étapes de cette phase sont résumées dans la figure 7.

Figure 7 Étapes de la phase II du processus de développement du NCAP 36

Cadre de collecte de données –

- Refroidissement des locaux (résidentiel/commercial)
- Chaînes du froid pour l'agroalimentaire et la santé
- Climatisation mobile
- Refroidissement industriel et de process (DC)
- Accès au refroidissement

Évaluation sectorielle de la demande actuelle et future de refroidissement

- Établissement de la situation de référence : évaluation approfondie et fondée sur les données de la demande actuelle de refroidissement
- Projections de croissance future : Scénarios de référence et d'intervention
- Logique et hypothèses fondamentales des principales recommandations sectorielles



Recommandations et solutions sectorielles

- Formuler des recommandations pertinentes pour répondre à la croissance de la demande de refroidissement dans le secteur
 - Prendre en compte l'équité
 - Besoin accru de chaînes du froid
- Prioriser les actions selon leur facilité de mise en œuvre (refroidissement passif, LRM, efficacité énergétique) et leurs impacts et bénéfices associés
- Envisager les synergies avec les politiques et programmes existants



03.3.1 Étape 3 : Évaluation sectorielle de la demande actuelle et future de refroidissement

Cette étape consiste à quantifier la demande de refroidissement actuelle et future pour tous les secteurs concernés. Elle implique l'établissement d'une situation de référence, incluant la demande de refroidissement satisfaite et non satisfaite (voir encadré X) et les impacts associés tels que la consommation d'énergie, les pics de charge (et leur impact sur la stabilité du réseau), les émissions de gaz à effet de serre et la demande de fluide frigorigène. La croissance future des émissions liées au refroidissement doit être projetée selon différents niveaux d'intervention, notamment un scénario de croissance tendanciel (Business-As-Usual – BAU), et un scénario de croissance avec intervention. Cette analyse comparative permet d'orienter les recommandations sectorielles afin de répondre durablement à la croissance du refroidissement. La collecte de données est essentielle, et les pays devraient tirer parti des ressources provenant d'organisations crédibles et multilatérales. Les cadres d'évaluation des données³³ fournissent des orientations sur les données d'entrée, les méthodes de calcul et les résultats attendus. Un résumé des orientations qualitatives pour l'étape 3 est présenté dans le Tableau 6 ; des informations complémentaires sont disponibles dans le Tableau 5 de la méthodologie holistique pour l'élaboration d'un plan d'action national pour le refroidissement³²

Encadré 1: Besoins en refroidissement satisfaits et non satisfaits

Comprendre les besoins en refroidissement :

Le document distingue entre les besoins en refroidissement « satisfaits » et « non satisfaits » :

- **Demande de refroidissement satisfaite** : Il s'agit de la demande actuelle et de sa croissance, actuellement prise en charge par des solutions de refroidissement mécaniques, et reflétée par la consommation d'énergie et de fluide frigorigène.
- **Demande de refroidissement non satisfaite** : Elle représente la proportion de la population qui n'a pas accès à des services de refroidissement durables et abordables pour satisfaire ses besoins essentiels. Ces populations sont identifiées en évaluant des facteurs tels que l'exposition à des chaleurs extrêmes, l'accès à l'électricité et les niveaux de pauvreté.

Bien que la quantification de ces deux types de demande soit essentielle pour l'élaboration du NCAP, la mesure précise des besoins non satisfaits reste un défi, en raison de l'absence de modèles établis.

The building of the CIB Bank Development in Egypt

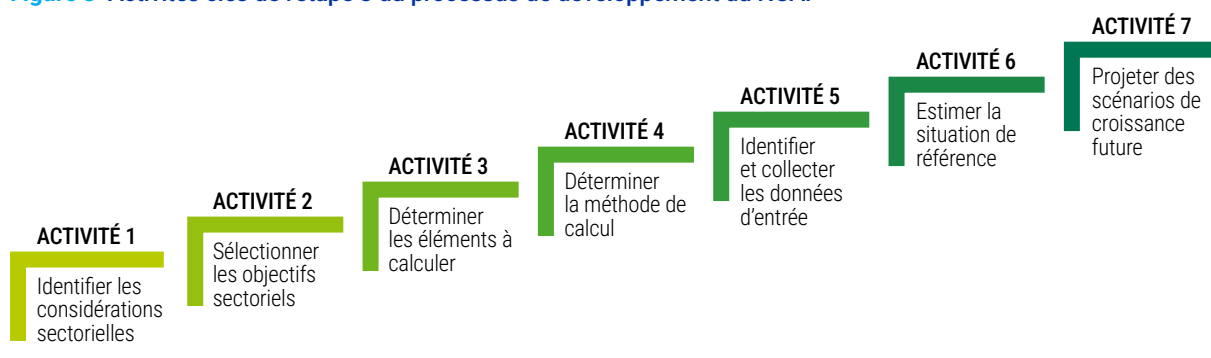


Les cadres d'évaluation des données visent à fournir des orientations plutôt que des règles strictes, permettant à l'équipe de développement du NCAP de les adapter aux besoins, capacités et ressources spécifiques de chaque pays. Ils intègrent des caractéristiques flexibles pour soutenir l'évaluation de la demande de refroidissement dans divers contextes, tout en priorisant les données essentielles afin d'éviter de surcharger les utilisateurs débutants. De plus, ces cadres sont conviviaux, avec de nombreuses notes explicatives. Ils permettent d'identifier les principales données nécessaires pour estimer la demande actuelle et future de refroidissement, en proposant différentes approches d'analyse et de calcul. Bien qu'ils ne soient pas conçus comme un exercice de modélisation exhaustif, ces cadres peuvent faciliter la définition d'actions prioritaires pour un refroidissement respectueux du climat et servir, si nécessaire, de base pour des travaux de modélisation plus avancés. Les cadres d'évaluation des données appliqués au refroidissement des bâtiments, aux chaînes du froid alimentaires et aux chaînes du froid du secteur de la santé fournissent des orientations de haut niveau permettant à l'équipe de développement du NCAP de prendre en compte la demande de refroidissement non satisfaite et d'évaluer l'ampleur du manque d'accès au refroidissement dans le pays. Ces cadres d'évaluation des données sont mis en œuvre à travers une série d'activités, comme illustré dans la Figure 8 et détaillé dans les sections suivantes.

Tableau 6 Orientations qualitatives pour l'étape 3 du cNCAP MENA

Domaines d'exploration	Aspects associés (Contexte MENA)
Données sectorielles sur le refroidissement	- Besoins en données détaillées pour les secteurs clés : bâtiments (résidentiels et commerciaux), chaîne du froid (agriculture, santé), refroidissement industriel et transport. Ces données doivent inclure une désagrégation contextuelle par sexe, âge, statut socio-économique, situation géographique et autres facteurs pertinents, le cas échéant et lorsqu'ils sont disponibles. Cette désagrégation permettra de mettre en évidence des vulnérabilités spécifiques liées au genre et au contexte social afin de soutenir des interventions de refroidissement plus ciblées et adaptées. - Demande satisfaite (compression de vapeur) : - Cartographie technologique : Se concentrer sur les technologies de climatisation les plus courantes (unités split, climatisation centrale), les systèmes de réfrigération et leur part de marché. Prendre en compte les données relatives aux systèmes refroidis à l'eau et à l'air, aux performances par températures ambiantes élevées et à l'impact du sable et de la poussière. - Données quantitatives : Nombre d'unités de climatisation, capacité moyenne, efficacité énergétique (EER/COP), durée de fonctionnement, facteur de diversité, répartition par âge, type/charge/fuite de fluides frigorigènes. - Demande satisfaite (autres technologies) : - Données sur les ventilateurs, les refroidisseurs évaporatifs et les technologies émergentes (refroidissement urbain, refroidissement passif). - Évaluer le potentiel du refroidissement passif dans l'architecture traditionnelle et la conception de bâtiments modernes. Documenter le rôle des solutions fondées sur la nature et des améliorations de l'enveloppe du bâtiment dans la réduction de la vulnérabilité climatique. - Demande non satisfaite : Taux de possession de climatiseurs par les ménages, accès à l'électricité (disparités urbaines/rurales), stratégies de refroidissement passif, capacité requise de la chaîne du froid, données sur les pertes alimentaires. Se concentrer sur les populations vulnérables et leur accès au refroidissement. Évaluer l'impact du stress thermique sur la productivité du travail.
Sources de données	- Engagement multipartite : Exploiter les groupes de travail existants (Étape 2) pour faciliter l'accès aux données. - Méthodes de collecte de données : - Recherche primaire/secondaire, bases de données gouvernementales (instituts de statistique, ministères de l'Énergie), rapports sectoriels (fabricants et distributeurs d'équipements frigorifiques). - Entretiens avec des experts, enquêtes, études de marché. - Accords de partage de données avec le secteur privé. - Centres de recherche régionaux (p. ex., RCREEE).
Niveau de confiance des données	Évaluation de la qualité des données : - Actualité des données, transparence, méthodologie de collecte, biais potentiels, quantités dérivées, cohérence avec d'autres ensembles de données. - Fiabilité des données, notamment lorsqu'elles proviennent du secteur informel et de zones où l'infrastructure de données est limitée.
Sensibilité des données	- Robustesse des données : Évaluer la solidité des données pour les comparaisons internationales et l'élaboration des politiques. Prendre en compte les implications politiques et économiques des données sur la consommation d'énergie, les émissions et la vulnérabilité. - Soutien gouvernemental : Évaluer le niveau de soutien gouvernemental et le potentiel d'une action politique fondée sur les données. Gérer les différences potentielles d'interprétation des données et de priorités politiques entre les entités gouvernementales.
Hypothèses/ Données de substitution	Planification d'urgence : - Développer des stratégies pour pallier les lacunes en matière de données : Consultations d'experts, données de substitution provenant de régions similaires, techniques d'extrapolation. - Élaborer des scénarios pour différentes trajectoires de croissance économique et démographique. Analyser l'impact des projections climatiques sur la demande future de climatisation. - Transparence des hypothèses : Documenter clairement toutes les hypothèses et données de substitution utilisées dans l'évaluation.

Figure 8 Activités clés de l'étape 3 du processus de développement du NCAP



Activité 1 : Identifier les considérations sectorielles

Tout d'abord, le NCAP se concentre sur l'identification des principales considérations sectorielles pour les secteurs de consommation de refroidissement, tels que : la climatisation des bâtiments, la chaîne du froid alimentaire et les taux d'urbanisation, afin d'anticiper la croissance de la demande et de mettre en œuvre des interventions adaptées. Il cartographie également les technologies prédominantes par secteur et les sous-catégories relevant du champ d'application du NCAP, tout en évaluant la maturité du secteur en matière d'efficacité énergétique et de politiques et programmes de durabilité. Ces informations permettent de définir des interventions à court, moyen et long terme pour générer un impact significatif.

Activité 2 : Sélectionner les objectifs sectoriels

Dans le cadre de cette activité d'évaluation des données, des objectifs sectoriels sont définis afin de garantir une utilisation efficace des ressources.

Activité 3 : Déterminer les éléments à calculer

Dans le cadre de cette activité, les orientations du cadre et la disponibilité des données nationales guideront le calcul des indicateurs clés (émissions directes, émissions indirectes, efficacité énergétique moyenne des équipements, pics de charge/contraintes du réseau électrique, accès au refroidissement, etc.) pour chaque secteur, conformément aux objectifs sectoriels.



Wasl Properties Retrofit, Dubaï – Émirats arabes unis
© Vue par drone de Hennie Schoeman

Activité 4 : Déterminer la méthode de calcul

Effectuer une évaluation approfondie des données disponibles, des ressources informatiques et de l'expertise du domaine, suivie de la sélection de la voie d'analyse de données appropriée.

Activité 5: Identifier et collecter les données d'entrée

Pour estimer avec précision les résultats numériques des différents scénarios de refroidissement, il est essentiel de mettre en œuvre un processus exhaustif de collecte de données, conforme aux cadres d'évaluation des données³³. Ce processus comprend :

- **Données gouvernementales** : Collaborer avec les organismes gouvernementaux compétents pour accéder aux données officielles sur la consommation d'énergie, la croissance démographique, l'expansion des zones bâties, la perte d'infrastructures vertes et bleues, les indicateurs économiques et sociaux, les taux d'urbanisation, les tendances climatiques, ainsi que les indicateurs politiques, réglementaires et institutionnels.
- **Recherche documentaire** : Réaliser des analyses documentaires approfondies des rapports sectoriels, des analyses de marché et des publications techniques afin de recueillir des informations sur les technologies existantes, les tendances du marché et les meilleures pratiques.
- **Évaluation physique du marché** : Collecte de données primaires directement sur le marché afin de refléter les types typiques, les fluides frigorigènes utilisés et la performance énergétique des équipements et matériaux de refroidissement vendus dans le secteur du bâtiment.
- **Engagement des parties prenantes** : Collaboration avec un large éventail de parties prenantes, notamment les associations professionnelles, les fabricants, les distributeurs, les décideurs politiques et les organisations de la société civile, afin de recueillir des informations, de valider les données et d'identifier les lacunes en matière de connaissances.

En combinant ces sources de données, l'équipe de développement du NCAP peut constituer un ensemble de données robuste pour éclairer la prise de décision et prioriser les solutions de refroidissement efficaces.

Activité 6: Estimer la situation de référence

Il est essentiel d'estimer avec précision la situation de référence, car les projections futures s'appuieront sur celle-ci. L'année de référence doit être aussi récente que possible et étayée par des données suffisantes et actualisées. Elle doit

inclure les facteurs socio-économiques qui nécessiteront un suivi et un compte rendu. Ces indicateurs doivent être définis le plus tôt possible

Activité 7: Projections des scénarios de croissance future pour le refroidissement respectueux du climat

Cette activité consiste à modéliser la croissance future de la demande de refroidissement selon trois scénarios clés :

1. Scénario de référence (Business-As-Usual (BAU)) : Ce scénario projette l'évolution future de la demande de refroidissement en se basant sur les tendances actuelles et les politiques déclarées, sans interventions supplémentaires significatives en faveur du climat.
2. Scénario de politique nationale : Ce scénario modélise l'évolution projetée de la demande de refroidissement en se basant sur la mise en œuvre des politiques nationales actuellement adoptées et officiellement annoncées, en tenant compte des mesures réglementaires, des normes d'efficacité énergétique, des évolutions technologiques naturelles (par exemple, vers des technologies plus performantes et rentables) et des engagements en matière de transition des fluides frigorigènes.
3. Scénario zéro émission nette : Ce scénario explore l'impact potentiel de la mise en œuvre des stratégies et politiques recommandées par le NCAP sur la demande future de refroidissement. Il met en évidence le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'amélioration de l'efficacité énergétique

Pour projeter ces scénarios, les pays peuvent utiliser divers outils, allant de simples calculateurs basés sur des tableurs à des techniques de modélisation avancées. La période de projection doit être alignée avec les objectifs climatiques et énergétiques à long terme du pays.

Un NCAP bien structuré, axé sur une mise en œuvre rapide et efficace, peut apporter des bénéfices environnementaux et socio-économiques significatifs à moyen et long terme. En fixant des objectifs ambitieux et en priorisant les solutions de refroidissement respectueuses du climat, les pays peuvent atténuer les impacts du changement climatique et assurer un avenir durable.



Études de cas 1 Évaluation sectorielle de la demande actuelle et future de refroidissement en Jordanie



Cette analyse permettra d'établir un référentiel pour la demande de refroidissement du pays et ses impacts, offrant ainsi des perspectives sur la croissance future et les interventions les plus pertinentes. Elle identifiera les voies d'intervention optimales pour promouvoir un refroidissement durable, mettant en évidence le potentiel de progrès sectoriels significatifs en termes d'économies d'énergie, de réduction des émissions, de renforcement de la résilience climatique et d'avantages socio-économiques, dans le cadre d'un scénario d'intervention optimal mis en œuvre de manière stratégique. Ces analyses formeront la base pour le développement des recommandations du NCAP et l'établissement d'une trajectoire durable pour répondre à la demande de refroidissement.

Encadré 2. Évaluation de la demande de refroidissement de la chaîne du froid

Dans la région MENA, les sept catégories de denrées alimentaires (viandes et volailles, produits de la mer, produits laitiers et œufs, fruits, légumes, boissons et autres produits transformés) sont considérées comme pertinentes et importantes à des degrés divers. La collecte de données relatives à la chaîne du froid peut se dérouler en deux phases :

- Phase 1 : niveau élevé ; utiliser les sources de données nationales pour recueillir :
 - Statistiques sur la production alimentaire
 - Nombre d'installations de la chaîne du froid (y compris les stocks, si possible)
 - Niveaux de pertes alimentaires (pourcentage de pertes cumulées)
- Phase 2 : Données détaillées ; par le biais de recherches et d'enquêtes sur site, recueillir des informations sur :
 - Le stock d'équipements et leurs applications dans chaque sous-secteur
 - La consommation énergétique et l'efficacité énergétique de chaque type d'équipement de la chaîne du froid.
 - Type de fluide frigorigène principal utilisé, charge de fluide frigorigène typique, taux de fuite typique et pratiques d'entretien typiques pour chaque type d'équipement de la chaîne du froid.
 - Estimations des pertes alimentaires, causes et émissions associées.
 - Dépenses d'investissement et d'exploitation de base (CAPEX/OPEX) des différents sous-secteurs de la chaîne du froid.

03.3.2 Étape 4 : Recommandations et solutions spécifiques à chaque secteur

L'étape 4 consiste en une analyse sectorielle visant à identifier les solutions et les pistes d'avenir pour répondre à la croissance des besoins en refroidissement dans chaque secteur. Il s'agit d'évaluer la demande en refroidissement, d'identifier les priorités, les actions à impact rapide et les interventions à fort impact. La participation des parties prenantes des secteurs public, privé et de la société civile est essentielle pour sélectionner les actions, en tenant compte de leur facilité de mise en œuvre, de leurs impacts potentiels et de leurs synergies avec les politiques gouvernementales existantes. Un résumé des orientations qualitatives contextualisées pour la région MENA est présenté dans le tableau 7.

Tableau 7 Orientations qualitatives pour l'étape 4 du cNCAP MENA

Question à explorer	Aspects associés (Contexte MENA)
Interventions renforcées / accélérées	- Recommandations sectorielles spécifiques : Synthétiser les résultats des étapes 3 (évaluation de la demande) et 5 (scénarios d'intervention) afin d'élaborer des recommandations détaillées pour chaque secteur clé (bâtiments, chaîne du froid, industrie, transport). Relever les défis uniques à la région : - Adaptation aux fortes chaleurs par le refroidissement passif pour pallier le déficit d'accès au refroidissement - Adaptation aux fortes chaleurs par des mesures comportementales, communautaires et systémiques - Adaptation aux fortes chaleurs par des solutions fondées sur la nature - Amélioration de l'efficacité des équipements - Refroidissement économe en eau (lien eau-énergie dans les technologies de refroidissement) - Chaîne du froid durable pour la sécurité alimentaire (lien alimentation-énergie dans la chaîne du froid) - Défis liés à la gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM) - Utilisation des systèmes de refroidissement centralisé (DC) dans les zones à forte demande pour minimiser la consommation d'électricité et d'eau - Intégration des énergies renouvelables dans les systèmes de refroidissement - Priorisation et phasage : - Classer les recommandations en trois catégories : court terme (gains rapides), moyen terme (solutions évolutives) et long terme (stratégies transformatrices), en tenant compte du compromis entre stabilité politique et économique lors du phasage des interventions. - Identifier les interventions à fort impact et à faible coût pour une mise en œuvre immédiate, en tenant compte des contraintes de ressources potentielles et des complexités administratives.
Priorisation des recommandations	- Faisabilité de la mise en œuvre : - Évaluer la facilité de mise en œuvre en fonction de la disponibilité des ressources (financières, humaines et techniques), des ajustements du cadre réglementaire et de l'adhésion des parties prenantes. - Évaluer la capacité de l'industrie locale du froid (fabrication et services) à adopter les nouvelles technologies. - Comprendre les avantages potentiels, différenciés selon le genre, d'un meilleur accès au refroidissement, du développement économique et de la création d'emplois. - Impact et avantages : Évaluer l'impact potentiel des recommandations sur la consommation d'énergie, les infrastructures électriques, la réduction des émissions, la consommation de fluides frigorigènes, l'accès au refroidissement (confort thermique et chaîne du froid) – en particulier pour les populations les plus vulnérables –, le développement économique et la création d'emplois, ainsi que la résilience et l'adaptation au changement climatique.
Synergie avec les politiques et programmes existants	- Alignement des politiques : évaluer les nouvelles politiques par rapport aux politiques déjà alignées sur les plans nationaux de développement, les stratégies énergétiques, les politiques climatiques et les codes du bâtiment existants. - Interconnexions et intégration : Identifier les interconnexions entre les recommandations/interventions du NCAP et les programmes gouvernementaux existants (par ex. : programmes d'efficacité énergétique, initiatives d'agriculture durable, projets de développement urbain, gestion des frigorigènes, accès au refroidissement, nexus eau-énergie dans le refroidissement) - Responsabilisation et appropriation : attribuer les recommandations aux entités gouvernementales concernées (ministères, agences) et définir clairement les rôles et les responsabilités de mise en œuvre. Éviter une mise en œuvre cloisonnée et favoriser la coordination interministérielle. Mettre en place des mécanismes clairs de suivi et d'évaluation, exempts de toute influence politique.

Cette étape définit les priorités sectorielles, les interventions rapides à fort impact et les interventions stratégiques à plus long terme pour soutenir la stratégie nationale de refroidissement respectueux du climat.

Bien que la Méthodologie holistique pour l'élaboration d'un plan d'action national pour le refroidissement fournisse de nombreuses informations et ressources potentielles, l'encadré X propose une liste de ressources complémentaires susceptibles d'être utiles à la région MENA.

Encadré 3: Ressources supplémentaires

Coalition Cool

- Centre de ressources précieux pour le savoir, les outils et la collaboration internationale sur le refroidissement durable.
- Il propose un « Calculateur de refroidissement » en ligne permettant d'évaluer un scénario à l'horizon 2050, conçu pour aider les parties prenantes concernées à planifier la décarbonation du secteur du refroidissement.
- Il comprend une base de données exhaustive contenant des données, des études de cas et des informations sur divers aspects du refroidissement durable, tels que l'efficacité énergétique, les fluides frigorigènes alternatifs et les stratégies de refroidissement passif. Ces informations peuvent étayer la prise de décision dans le cadre du processus NCAP.
- La section « Ressources phares » donne accès à des rapports clés, des notes d'orientation et d'autres publications de la Cool Coalition et de ses partenaires.

Le Fonds multilatéral pour la mise en œuvre du Protocole de Montréal

- Une archive de plus de 10 000 décisions remontant à 1991
- Guides détaillés et formulaires de soumission de projets
- Informations sur les opportunités de financement
- Résultats de projets pilotes et rapports périodiques
- Bulletins annuels
- Fiches d'information offrant un aperçu continu des performances et réalisations du Fonds

The Green Cooling Initiative

- Données nationales sur les scénarios d'émissions historiques, de référence (BAU) et d'intervention
- Analyses technologiques et études de cas
- Lignes directrices

Cool Up Programme

- Exemples de NCAPs et documents de soutien (Égypte, Jordanie, Liban et Türkiye à différents stades de mise en œuvre)
- Paysages technologiques
- Paysages politiques
- Paysages financiers

Série "Chilling Prospects" de SEforALL

- Données sur l'accès au refroidissement
- Évaluation des besoins en refroidissement
- Études de cas de solutions de refroidissement durables

Des ressources supplémentaires sur la réduction progressive des HFC, les nouvelles fenêtres de financement pour l'efficacité énergétique dans le cadre du MLF, ainsi que les stratégies NDC et LRM, sont également disponibles auprès du Fonds multilatéral et du CCAC Cooling Hub, respectivement. Le CCAC continue de travailler en étroite collaboration avec les Parties visées à l'article 5 (A5) afin de mettre en œuvre des stratégies complètes de gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM), en alignant les actions nationales sur les objectifs climatiques mondiaux et en favorisant la coopération internationale pour accélérer l'adoption de solutions de refroidissement durables.

- [Guides et outils de projets | Fonds multilatéral](#)
- [Gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes \(LRM\) | Coalition pour le climat et l'air pur](#)
- [Guide sur les approches de refroidissement durables pour des NDC améliorées | Coalition pour le climat et l'air pur](#)

Unis pour l'efficacité (U4E)

- Fournit des approches politiques intégrées pour une transition durable et rentable vers des appareils écoénergétiques, notamment les équipements de refroidissement.
- Constitue un centre de ressources précieux regroupant des lignes directrices, des connaissances, des outils et des ressources utiles.
- Fournit une estimation préliminaire du potentiel d'économies d'énergie et de réduction des émissions par pays en fonction de l'adoption de différentes mesures politiques pour différents appareils, notamment les équipements de refroidissement.
- Informations sur les lignes directrices relatives aux achats responsables.
- Soutien à la mise en œuvre de systèmes d'enregistrement des produits.

Alliance mondiale pour les bâtiments et la construction du PNUE (UNEP Global ABC)

- Feuilles de route mondiales et régionales qui tracent la voie vers un secteur du bâtiment et de la construction zéro émission, efficace et résilient
- Fournit des ressources sur des projets phares, un centre de ressources sur les matériaux de construction durables et une base de données exhaustive
- Fournit des informations détaillées sur une multitude de sujets pertinents pour le secteur du bâtiment, notamment le financement, le refroidissement passif, la chaleur propre, l'adaptation et bien plus encore
- Organise des événements réguliers pour soutenir le secteur du refroidissement passif

The Passive House Institute:

- Offre des ressources et du matériel pédagogique gratuits pour développer les compétences en construction passive
- Fournit des informations sur le bâtiment passif, les exigences, les manuels d'utilisation et les techniques de rénovation

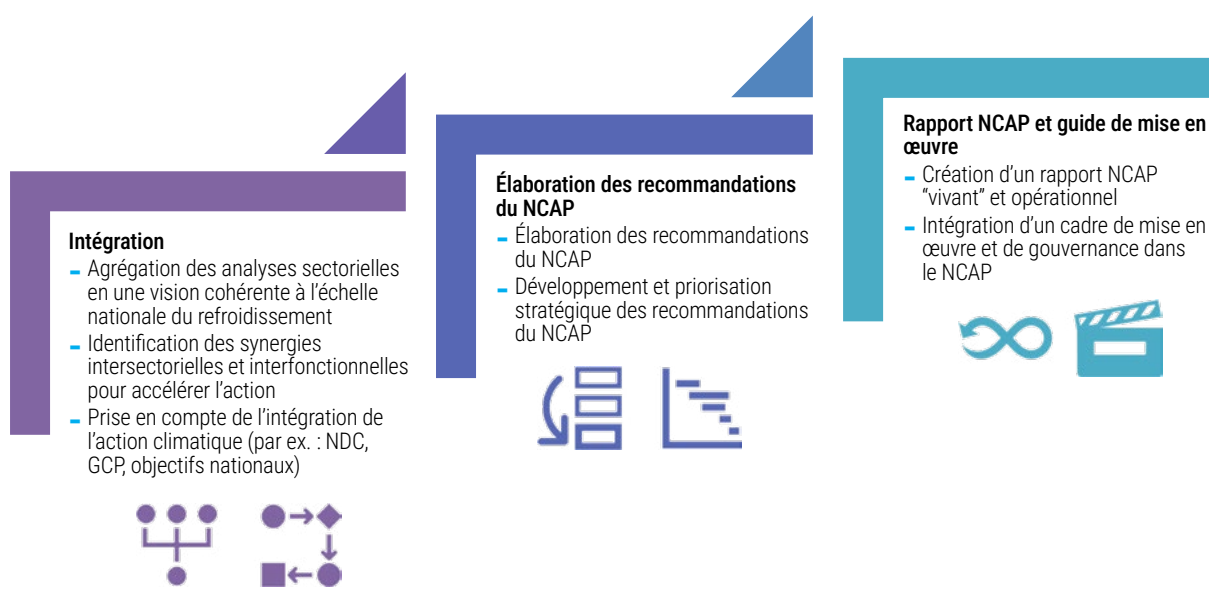
Autres ressources pertinentes sur le bâtiment passif :

- [Forum économique mondial : description et perspectives du logement passif.](#)
- [Habitat pour l'humanité ; Note technique n° 8 sur l'énergie urbaine : Refroidissement passif.](#)
- Passive House Institute New Zealand ([PHINZ](#)) « L'Institut néo-zélandais de la maison passive » qui fournit des supports de formation et un large éventail d'études de cas
- Indian Institute for Human Settlements ([IIHS](#)) « L'Institut indien des établissements humains » qui propose des ressources étendues de renforcement des capacités liées au développement urbain durable et mène des recherches de pointe sur le refroidissement passif

03.4 Étape III : Synthèse et élaboration du NCAP

La troisième étape intègre l'ensemble des activités et analyses du NCAP en vue de l'élaboration du plan d'action pour le refroidissement, comme résumé dans la Figure 9. Elle consiste à consolider les évaluations sectorielles en une vision nationale cohérente du refroidissement, tout en identifiant les synergies intersectorielles et en définissant des objectifs et recommandations opérationnels bénéficiant d'une adhésion large des parties prenantes. À ce stade, il est essentiel de garantir une participation active des parties prenantes pour obtenir des résultats globaux et des avantages intégrés.

Figure 9 Résumé de l'étape III du processus de développement du NCAP



03.4.1 Étape 5: Intégration

L'intégration des évaluations sectorielles de la demande en refroidissement dans une vue d'ensemble cohérente à l'échelle nationale est essentielle pour élaborer un NCAP complet. En agrégeant les données provenant de différents secteurs, les décideurs peuvent obtenir des enseignements sur la trajectoire globale de croissance du refroidissement du pays, l'importance relative de chaque secteur, ainsi que les synergies potentielles entre les différents secteurs. Cette analyse permet d'identifier les domaines prioritaires d'intervention et de formuler des recommandations clés pour le NCAP, telles que l'harmonisation des efforts en matière d'efficacité énergétique et de transition des frigorigènes. En fin de compte, cette approche intégrée permet d'adopter une stratégie plus cohérente et à fort impact pour promouvoir des solutions de refroidissement respectueuses du climat.

Encadré 4: Considérations relatives à l'intégration dans les NDC– Approche (*Cool Coalition*)

Le guide de la Cool Coalition est une méthodologie en trois étapes pour intégrer le refroidissement durable dans les NDC.

1. Définition de la situation de référence en alignement avec les NDC (HFC et émissions liées à l'énergie)
2. Formulation des objectifs : définition d'objectifs sectoriels alignés avec les objectifs climatiques nationaux
Le guide souligne l'importance de développer un NCAP comme base pour l'intégration dans les NDC, en établissant une base de données et un plan de mise en œuvre
3. Mise en place de structures de gouvernance inter-ministérielles pour favoriser la collaboration entre les secteurs de l'énergie, de la santé et de l'agriculture, ainsi que le développement de systèmes MRV robustes (KPI : réduction des émissions CO₂eq, taux d'accès au refroidissement)

Le guide présente des études de cas de pays présentant leurs stratégies. Le Nigeria et le Cambodge, par exemple, ont intégré leur NCAP dans leurs NDC, en se concentrant sur des infrastructures résilientes à la chaleur, le refroidissement passif et l'efficacité, ainsi que sur l'extension de l'accès à l'énergie dans les zones rurales. La Grenade travaille à devenir le premier pays sans HFC grâce à des initiatives axées sur la formation des techniciens et le recyclage des fluides frigorigènes. Les Émirats arabes unis ont intégré les enjeux du refroidissement dans plusieurs secteurs, en donnant la priorité au refroidissement urbain et à la climatisation écoénergétique pour réduire les émissions. Le Vietnam a intégré le refroidissement dans ses NDC et ses stratégies de neutralité carbone. Ces exemples démontrent le potentiel de stratégies adaptées au contexte, soutenues par une forte collaboration des parties prenantes, pour atteindre des résultats significatifs et mesurables.

Ce guide sur le refroidissement dans les NDC est essentiel pour prioriser le refroidissement au sein des NCAP. Il incite les pays à adopter des objectifs de refroidissement mesurables et à renforcer la gouvernance intersectorielle. En transformant le refroidissement, qui constitue une charge climatique croissante, en pilier du développement bas-carbone, les pays peuvent apporter des bénéfices importants pour la santé, l'économie et le climat à leurs communautés les plus vulnérables, transformant ainsi un défi mondial en une opportunité de résilience équitable.

Encadré 5: Considérations relatives à l'intégration de la CND – options politiques (*CCAC*) : Le guide NDC de la Coalition pour le climat et l'air pur (*CCAC*) inclut

1. Mise en œuvre accélérée de l'Amendement de Kigali : Les KIP et actions associées peuvent être mis en avant dans les NDC comme engagements clairs de mitigation. Cependant, il est essentiel de décrire les besoins financiers, les exigences technologiques et les arrangements institutionnels dans le cadre national, régional et international.
2. Réduction de la consommation énergétique liée au refroidissement : Cela permet d'obtenir des réductions indirectes importantes des émissions de CO₂ et soutient les objectifs énergétiques nationaux. Cela implique deux stratégies complémentaires :
3. LRM : Intégrer une approche complète de LRM dans les NDC assure un alignement avec les objectifs du Protocole de Montréal tout en apportant des bénéfices climatiques, économiques et de conformité. La gestion efficace des fluides frigorigènes comprend le suivi, la récupération, le recyclage et la destruction. Elle permet également de minimiser les émissions des stocks de fluides frigorigènes, soutenant ainsi un accès au refroidissement durable et respectueux du climat.
4. Transition volontaire et rapide vers des alternatives à faible PRG : Les pays peuvent obtenir des gains climatiques précoces en anticipant le calendrier de Kigali, notamment en passant directement des HCFC ou des HFC à fort PRG vers des fluides frigorigènes à faible PRG dans les secteurs où cela est possible. Cette stratégie de saut technologique empêche la création de stocks futurs de fluides frigorigènes et évite de se verrouiller dans des technologies intermédiaires moins respectueuses de l'environnement. Cependant, combler le déficit d'accès avec des technologies inefficaces risque d'aggraver les émissions, le gaspillage énergétique et les coûts économiques. Les pays doivent prioriser des solutions durables et efficaces pour assurer à la fois équité et résilience climatique.

De manière générale, pour la région MENA, il est important d'harmoniser les unités de mesure entre les secteurs et sous-secteurs afin de faciliter l'agrégation des données à l'échelle nationale. Il est également essentiel d'assurer la cohérence entre la demande de refroidissement (par exemple, la charge frigorifique des bâtiments, les équipements frigorifiques, les chambres froides et les camions frigorifiques) et l'offre de refroidissement (par exemple, la capacité de refroidissement des systèmes de climatisation et de réfrigération). La définition des modes d'utilisation des équipements est cruciale pour comprendre la durée annuelle de fonctionnement et, par conséquent, la consommation énergétique annuelle. Par exemple, dans certains pays de la région MENA, les bâtiments résidentiels fonctionnent 24 h/24 et 7 j/7 en été (3 600 heures ou plus par an), tandis que dans d'autres, ils ne fonctionnent que lorsqu'ils sont occupés (1 600 heures ou moins par an). Le fonctionnement des équipements de réfrigération résidentielle dépend également de la culture ; la charge dépend principalement du schéma de remplissage, du nombre d'ouvertures de la porte par jour et de leur durée. En fin de compte, la consommation énergétique annuelle par unité peut être agrégée pour obtenir la consommation annuelle totale du parc.

Les groupes de travail sectoriels peuvent également déterminer des facteurs de conversion pour les différents secteurs basés sur le côté demande (par exemple, kWh/m² pour les bâtiments résidentiels et commerciaux, kWh/TR pour les chambres froides et la réfrigération commerciale, tonnes d'équivalent pétrole – tep/TR pour les camions frigorifiques, etc.). Cela nécessite une capacité locale et dépend fortement de la disponibilité des données de parc identifiées à l'étape 3.

Les scénarios futurs peuvent inclure des moyens de réduire les lacunes d'accès au refroidissement, qui doivent être pris en compte lors de l'étape d'intégration. Les indicateurs développés doivent être utilisés de manière cohérente, comme la consommation d'énergie primaire (tep) ou les émissions équivalentes (tonnes d'équivalent CO₂ – tCO₂e). Il convient toutefois de tenir compte des estimations futures de la consommation d'énergie primaire (tep) et des émissions équivalentes (tCO₂e), qui dépendent fortement de la capacité des pays de la région MENA à mettre en œuvre leurs plans de transition énergétique. Cela est principalement déterminée par le contexte politique et économique national.

Le cNCAP MENA recommande la création d'un tableau de bord interactif multidimensionnel pour communiquer les résultats de l'étape 5 lors de la réunion de consultation des parties prenantes. Le tableau de bord doit être conçu comme un document dynamique capable d'agrégier les données des différents secteurs et sous-secteurs et d'afficher les informations totales relatives à l'énergie et aux émissions, avec et sans interventions.

Cette étape consolide les évaluations sectorielles en une évaluation nationale unifiée du refroidissement, offrant une vision de l'importance relative des secteurs en fonction de la croissance prévue de la demande et de l'impact des interventions. Elle met également en lumière les possibilités d'actions synergiques intersectorielles.

03.4.2 Étape 6 : Élaboration des recommandations du NCAP

Cette activité combine les travaux visant à formuler les recommandations du NCAP et à établir des trajectoires intégrées pour un refroidissement à faible impact climatique. La première étape essentielle consiste à consolider les interventions sectorielles en un menu complet de solutions. Ce processus implique l'agrégation de ces interventions, l'identification des synergies et interdépendances potentielles entre les actions politiques, et la garantie d'alignement avec les efforts en cours. De manière cruciale, l'engagement de tous les parties prenantes publics et privés concernés tout au long de cette étape est vital pour aligner les intérêts divers, obtenir l'adhésion maximale et assurer la mise en œuvre effective des recommandations finales du NCAP.

Un organe de gouvernance, tel qu'un comité de pilotage avec des représentants des ministères concernés, peut faciliter l'alignement nécessaire entre les parties prenantes. Cet organe est clé pour examiner les résultats du NCAP, évaluer les recommandations par rapport aux objectifs nationaux et assurer l'alignement avec les politiques et programmes existants, obtenant ainsi un soutien interministériel.



Les recommandations se répartissent généralement en trois grandes catégories :

- **Interventions réglementaires** : Étapes fondamentales pour le déploiement à grande échelle du refroidissement durable, notamment l'étiquetage, les normes MEPS, les codes de performance énergétique des bâtiments et les normes d'émissions des véhicules. De plus, un cadre de planification et de réglementation national et municipal pour le refroidissement urbain pourrait s'avérer nécessaire afin de permettre le développement de technologies de refroidissement économes en ressources. Enfin, des cadres institutionnels avancés pour des stratégies telles que les interventions sur les bâtiments et la gestion de la demande énergétique pourraient être progressivement nécessaires.
- **Interventions technologiques** : Améliorer l'efficacité des technologies de refroidissement existantes, explorer des technologies alternatives et à faible consommation d'énergie, utiliser différents fluides frigorigènes, fournir des solutions de refroidissement pour les zones non raccordées au réseau électrique ou faiblement raccordées, et mener des activités de recherche et développement pour des solutions de refroidissement innovantes à faible impact climatique.
- **Soutien au marché (Instruments d'appui)** : Soutenir le marché du refroidissement durable par le biais de différents instruments, tels que :
 - Des instruments financiers comme les subventions de la dette, des modèles commerciaux innovants pour le refroidissement durable et les marchés publics,
 - Fournir un accès équitable au financement pour les entreprises du secteur du refroidissement dirigées par des femmes, et assurer des conditions de travail justes et sûres.
 - Renforcement des capacités des institutions et des professionnels, notamment par la formation de techniciens et la promotion des femmes dans les STEM, ainsi que par des formations ciblées pour les femmes et les jeunes en matière de refroidissement durable.
 - Sensibilisation des consommateurs et des parties prenantes.
 - Ces instruments de soutien sont plus efficaces lorsqu'ils sont associés à des interventions politiques ou technologiques afin d'en maximiser l'impact et les bénéfices.

Les effets intégrateurs des interventions combinées sont généralement supérieurs à ceux des interventions individuelles. Par exemple, les mesures politiques sont plus efficaces lorsqu'elles sont associées à un renforcement institutionnel et à la sensibilisation des utilisateurs et parties prenantes. Les technologies efficaces et les parcours de fluides frigorigènes bénéficient de manière significative d'une assistance financière et technique. Ainsi, une approche multidimensionnelle, adaptée aux conditions du marché national, est généralement nécessaire pour relever efficacement les défis liés au refroidissement.

Les recommandations devraient proposer des interventions qui :

- **Représentent une approche holistique du refroidissement à faible impact climatique** : Cela inclut la réduction de la demande future de refroidissement grâce à des stratégies de refroidissement passif, la maximisation de l'efficacité avec des technologies moins énergivores et utilisant des fluides frigorigènes à faible PRG, et l'optimisation des opérations de refroidissement grâce à des interventions sur le comportement des utilisateurs et des pratiques de maintenance appropriées.
- **Exploitent les synergies entre processus et secteurs** : Cela implique de tirer parti de toutes les ressources énergétiques disponibles pour assurer un accès universel au refroidissement.
- **Combinent de manière optimale instruments politiques, technologies et leviers de marché.**
- **S'alignent sur les objectifs de haut niveau du pays, les engagements internationaux et les priorités nationales.**

Le menu des recommandations comporte généralement un arbitrage entre le niveau d'effort, l'impact attendu et le coût associé. Il est important que l'équipe de développement du NCAP étudie attentivement cet arbitrage et priorise les recommandations afin de s'assurer que le pays atteigne ses objectifs. L'équipe de développement du NCAP peut considérer comme prioritaires les interventions à autonomie à long terme, surtout si elles deviennent auto-financées (par exemple, des technologies de refroidissement urbain réalisables).

Le niveau d'effort fait référence au niveau d'effort anticipé pour mettre en œuvre la recommandation. Pour déterminer le niveau d'effort, les pays devraient examiner les défis possibles ainsi que les leviers de mise en œuvre. Le niveau d'effort peut indiquer la durée et les ressources financières nécessaires pour mettre en œuvre différentes interventions.

L'impact attendu décrit les économies d'énergie totales et la réduction des émissions pouvant être attribuées à chaque recommandation ou intervention. Dans la région MENA, il est également important de prendre en compte des éléments tels que l'accès au refroidissement et la circularité des fluides frigorigènes. Enfin, il est essentiel d'examiner comment l'impact attendu et les autres co-bénéfices socio-économiques s'alignent sur les priorités nationales et/ou les ODD.

Le coût associé fait référence aux estimations pour les recommandations ou interventions proposées. L'équipe de développement du NCAP devrait inclure des estimations approximatives ou une catégorisation des ressources financières pour les recommandations proposées, telles que mesures à faible, moyen ou haut coût. Ces informations seront significatives pour les pays lors du processus de priorisation, en tenant compte de l'ensemble coût-bénéfice, et pas seulement du coût initial de mise en œuvre.

Tableau 8 Orientations qualitatives pour l'étape 6 du cNCAP MENA

Paramètre	Questions directrices	Considérations
Niveau d'effort requis	- Obstacles politiques et réglementaires : • Des modifications sont-elles nécessaires dans le cadre politique ou réglementaire existant ? - Les pays de la région MENA présentent différents niveaux de maturité réglementaire. Certains disposent de codes du bâtiment et de normes d'efficacité énergétique bien établis, tandis que d'autres sont encore en train de les élaborer. - L'existence de subventions énergétiques peut constituer un obstacle politique important, car elles découragent souvent l'adoption de technologies écoénergétiques. Les NCAP doivent prendre en compte ces éléments. - La stabilité politique et l'efficacité bureaucratique de chaque pays influenceront fortement la capacité à mettre en œuvre de nouvelles politiques. - Obstacles institutionnels : • Combien d'organismes/parties prenantes doivent être impliqués ? Existe-t-il des complexités liées à la collaboration entre plusieurs organismes ? - La coordination interministérielle peut être insuffisante ou difficile dans certains pays de la région MENA. • Les capacités institutionnelles adéquates sont-elles disponibles ? - Les professionnels du refroidissement manquent d'expertise technique pour mettre en œuvre un refroidissement durable. - L'inclusion du secteur privé dans l'élaboration des politiques est importante pour garantir l'adhésion. - Quel sera l'impact environnemental du processus de mise en œuvre ? • Les ressources humaines qualifiées sont-elles disponibles ? - La disponibilité de main-d'œuvre qualifiée pour l'installation et la maintenance des technologies de refroidissement avancées est une préoccupation majeure. • Les ressources financières constituent également un facteur important. Certains pays de la région MENA bénéficient de financements substantiels, tandis que d'autres dépendent de l'aide internationale. • Les technologies disponibles permettent-elles de mettre en œuvre la recommandation ? - Il est essentiel de distinguer la disponibilité et l'accessibilité des technologies. - Certains pays de la région MENA sont confrontés à d'importantes contraintes financières. - Évaluer les facteurs susceptibles de faciliter la mise en œuvre. • Existe-t-il des synergies avec les programmes et dispositifs gouvernementaux existants ? - De nombreux pays MENA disposent de Vision 2030, d'objectifs SDG établis, et de NDC documentées. Les NCAP doivent chercher à créer des synergies avec ces initiatives. - Coopération régionale : politique, technique et financière.	- Dans la mesure du possible, identifier l'organisme compétent capable de piloter la mise en œuvre et d'assurer la coordination entre les ministères concernés et les entités du secteur privé. - Dans la mesure du possible, fournir un calendrier pour l'élaboration et la mise en œuvre des politiques. - Sur la base des informations disponibles, évaluer les recommandations réalisables à court, moyen et long terme.
Coûts associés :	- Quel est l'ampleur prévu des investissements initiaux (mesures à faible, moyen et haut coût) ? - Quelles sont les sources de financement existantes ou potentielles pour la recommandation proposée ?	- Outre le coût initial, le rapport coût-efficacité anticipé de la mesure proposée (excellent, moyen et faible rapport coût-bénéfice) doit être pris en compte lors de l'établissement des priorités.
Impact attendu	- Quelle est l'ampleur des réductions de consommation d'énergie et d'émissions au regard des engagements du pays (nationaux et internationaux) ? • Compte tenu de la forte demande de refroidissement dans la région, des interventions durables en matière de refroidissement peuvent avoir un impact significatif sur la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. - Dans quelle mesure ces réductions contribuent-elles à l'atteinte des NDC existants et à la formulation des NDC futures ? - Quelle est l'évolutivité de l'action recommandée ? - Quels sont les co-bénéfices socio-économiques associés aux actions ? - Dans quelle mesure cela soutient-il les priorités nationales et les ODD ? • L'accès au refroidissement est un facteur important à considérer lors du développement du NCAP. - Qui sont les bénéficiaires ciblés ? Quel segment de la population la recommandation vise-t-elle ? (gouvernement, zones rurales, zones urbaines, fabricants, agriculteurs) ?	- Identifier les actions à impact rapide et les domaines d'intervention qui auront le plus fort impact, en accord avec les priorités du pays. Par exemple : économies d'énergie et avantages pour le réseau électrique, réduction des émissions, avantages socio-économiques pour la population (notamment l'accès équitable à l'énergie), sécurité alimentaire, santé, etc.

Les pays peuvent envisager d'utiliser des matrices de priorisation pour associer les différentes recommandations/interventions aux critères les plus pertinents. Ces matrices sont généralement des matrices de haut niveau ; toutefois, elles peuvent être simplifiées en matrices 2D, comme dans le cas où l'on considère uniquement le niveau d'effort et l'impact attendu. Dans ce cas, les recommandations prioritaires seraient celles qui présentent un faible effort et un fort impact. À titre d'exemple, une matrice de priorisation pourrait inclure les paramètres suivants : effort/coût, barrières commerciales et impacts climatiques. Un indicateur de priorité composite serait évalué de manière à ce que les mesures à faible effort/coût, faibles barrières commerciales et fort impact climatique soient prioritaires, tandis que les mesures à effort/coût élevé, fortes barrières commerciales et faible impact climatique seraient les moins prioritaires. Les pays devraient ensuite considérer les compromis entre les mesures à effort/coût élevé, fortes barrières commerciales et fort impact climatique, et celles à faible effort/coût, faibles barrières commerciales mais faible impact climatique.

Tableau X Exemple de matrice de priorisation des mesures de refroidissement durable

Intervention / Mesure	Effort & coût (1 = Faible, 5 = Élevé)	Obstacles au marché (1 = Faible, 5 = Élevé)	Impact climatique & énergétique (1 = Faible, 5 = Élevé)	Priorité composite (Élevée = Gain rapide)	Remarque
Déploiement de ventilateurs de plafond/sur pied	1	1	4	★★★★☆	Coût très faible, adoption généralisée possible ; réduit considérablement la demande en climatisation.
Toits frais & peintures réfléchissantes	2	2	5	★★★★★	Stratégie passive éprouvée, réduisant les besoins en chauffage des bâtiments, adaptable aux climats chauds.
Campagnes de sensibilisation et de modification des comportements (modification des consignes de température, entretien des climatiseurs).	1	1	3-4	★★★★☆	Impact immédiat, coût négligeable, mais nécessite une communication constante.
Éclairage efficace (LED) pour réduire l'échauffement interne.	1	1	3	★★★★☆	Réduit les besoins en climatisation et les factures d'électricité.
Normes d'isolation thermique améliorées (constructions neuves).	3	3	5	★★★★☆	Impact élevé à long terme, mais adoption plus lente en raison des codes et de l'application.
Normes MEPS pour les climatiseurs (fluides frigorigènes à haut rendement et à faible PRG).	4	3	5	★★★★☆	Impact majeur, mais nécessite des politiques/réglementations et une préparation du marché.
Refroidissement urbain dans les zones urbaines denses	5	4		★★★☆☆	Impact élevé mais coûteux en capital, pas un gain rapide.
Refroidissement basé sur la nature (arbres urbains, structures d'ombrage)	2	2	4	★★★★☆	Effort modéré, coût relativement faible, avantages collatéraux supplémentaires (santé, qualité de l'air).

L'équipe NCAP devrait compiler une liste des bénéfices attendus de la mise en œuvre des recommandations, tels que les impacts sur l'énergie et le climat, la capacité du réseau électrique évitée et les réductions d'émissions. Elle devrait établir des liens pour appuyer les engagements nationaux et internationaux, comme l'Accord de Paris et l'Amendement de Kigali au Protocole de Montréal (par exemple, le contrôle des ressources frigorigènes). Les avantages socio-économiques devraient être mis en évidence (par exemple, l'accès au refroidissement, l'amélioration de la chaîne du froid), notamment au regard des ODD et des objectifs nationaux. Les avantages devraient être quantifiés afin de faciliter l'analyse coûts-avantages.

Cette étape propose des recommandations pratiques pour répondre aux besoins de refroidissement du pays, suggère des pistes concrètes et vise à obtenir l'adhésion des principales parties prenantes et des entités gouvernementales.

03.4.3 Étape 7: Document NCAP

La dernière étape du processus d'élaboration du NCAP consiste à rédiger le document NCAP, en veillant à ce qu'il inclue les éléments essentiels pour sa mise en œuvre opérationnelle. Les éléments clés à inclure sont : un cadre de mise en œuvre et de gouvernance, un protocole de suivi, les facteurs clés de succès, et un processus de réajustement pour maintenir le NCAP actionnable et à jour.

Les éléments clés d'un document NCAP comprennent :

1. Contexte du refroidissement :
 - Contexte socio-économique : Aperçu des facteurs de croissance de la demande de refroidissement, des tendances macroéconomiques et de l'accès au refroidissement.
 - Contexte politique : Aperçu des principales politiques, programmes et engagements internationaux tels que le Protocole de Montréal et l'Accord de Paris.
 - Contexte technique et commercial : Aperçu des technologies de refroidissement courantes, des pratiques d'efficacité énergétique et des comportements du marché.

Les pays de la région MENA peuvent souhaiter inclure des éléments de contexte relatifs à l'accès au refroidissement, aux fortes chaleurs, à la chaîne du froid, à la gestion des fluides frigorigènes, ainsi qu'au mix de production d'électricité futur et aux émissions.

2. Introduction et orientation du NCAP :
 - Cadre initial (p. ex., engagements internationaux, agenda national, volonté politique)
 - Objectifs généraux, portée et limites
 - Terminologie clé et scénarios futurs
 - Hypothèses générales et organisation du rapport
3. Cadre de développement du NCAP : description des groupes de parties prenantes, des groupes de travail et des comités de surveillance impliqués
4. Aperçu national agrégé du refroidissement :
 - Comparaison sectorielle de la demande de refroidissement, de la consommation d'énergie liée au refroidissement et des émissions
 - Potentiel d'économies relatif pour chaque secteur
5. Évaluation sectorielle de la demande de refroidissement et résultats :
 - Besoins actuels et futurs en refroidissement, demande de fluide frigorigène et consommation d'énergie
 - Priorités sectorielles et opportunités d'intervention stratégique
6. Recommandations prioritaires du NCAP :
 - Synergies et interdépendances entre les interventions politiques
 - Critères de priorisation des recommandations et impact attendu
7. Guide de mise en œuvre :
 - Cadre de mise en œuvre et de gouvernance
 - Liens entre les recommandations du NCAP et les entités gouvernementales
 - Protocole de suivi, facteurs clés de succès et processus de réajustement

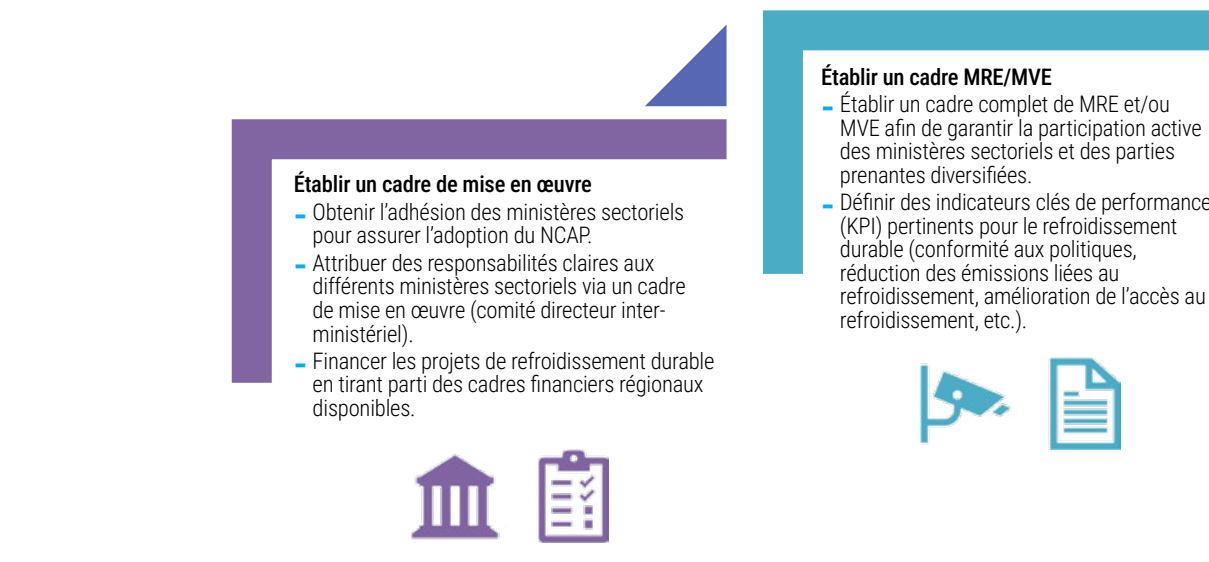
L'intégration de l'orientation pour la mise en œuvre garantit que le NCAP soit actionnable, soutenu par un comité de gouvernance, des systèmes de suivi, et des ressources financières provenant de diverses banques de développement et financements nationaux. Cette étape assure que le NCAP reste un « document vivant », susceptible d'être mis à jour avec de nouvelles données et informations.

Elle permet de documenter le NCAP dans un plan opérationnel avec une propriété et une gouvernance définies, afin de guider et suivre la mise en œuvre ainsi que les ajustements futurs, si nécessaire.

03.5 Étape IV : Cadre de mise en œuvre, suivi, rapport et évaluation du programme cNCAP

La dernière étape de la méthodologie cNCAP vise à établir un cadre pour la mise en œuvre du NCAP et le suivi de ses progrès dans le temps. Cela est illustré à la figure 10. Cette étape est cruciale pour garantir que le gouvernement et le public bénéficient pleinement du NCAP et que tous les efforts soient correctement coordonnés.

Figure 10 Résumé de l'étape IV du processus de développement du NCAP



03.5.1 Étape 8: Établir un cadre de mise en œuvre

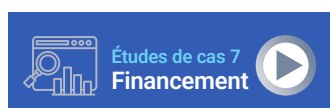
Une fois que le document NCAP est établi en tant que « document vivant », le point focal gouvernemental doit présenter le NCAP aux ministères sectoriels et/ou au cabinet des ministres afin d'en obtenir l'adhésion pour son adoption. Par la suite, le point focal doit coordonner l'établissement d'un cadre de mise en œuvre attribuant des responsabilités claires aux différents ministères sectoriels. Il est conseillé de former un comité de pilotage interministériel chargé de superviser la mise en œuvre du NCAP. Enfin, il est essentiel que les pays établissent un cadre de financement pour le refroidissement durable, en s'appuyant sur les principales conclusions des étapes de développement du cNCAP MENA et en tirant parti des cadres financiers régionaux disponibles, tels que :

- le Fonds national de gestion de l'énergie et des énergies renouvelables et de la cogénération (FNMEERC), le Programme national d'efficacité énergétique (PNME) et TAKA NADIFA en Algérie⁴².
- Mécanisme de financement de l'économie verte (GEFF II) en Égypte.
- Fonds jordanien pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (JREEEF) – programmes pour le secteur résidentiel en Jordanie.
- Action nationale pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables (NEEREA), GEFF Liban, Projet national de pompes à chaleur et Programme italien d'appareils électroménagers à haute efficacité énergétique (IEEHA) au Liban.

⁴² <https://meetmed.org/wp-content/uploads/2024/04/meetMED-Guidebook-2024-.pdf>

Tableau xx Orientations qualitatives pour l'étape 8 du cNCAP MENA

Activité clé	Orientations
Présenter le NCAP aux décideurs	- Faire une présentation concise et basée sur des preuves du NCAP au cabinet des ministres ou à l'organe décisionnel équivalent. - Mettre en avant l'alignement du NCAP avec les objectifs nationaux de développement (sécurité énergétique, action climatique, santé, résilience, emplois verts). - Souligner la nature transversale du NCAP et comment il contribue à la réalisation de plusieurs objectifs nationaux de développement. - Adapter la présentation aux intérêts et priorités spécifiques de chaque ministère sectoriel et du cabinet des Ministres.
Établir la propriété institutionnelle	- Désigner un ministère chef de file (souvent l'énergie, l'environnement ou l'aménagement du territoire) chargé de superviser la collaboration intersectorielle. - Identifier des unités de coordination claires au sein de chaque ministère sectoriel concerné (par exemple, environnement, énergie, santé, logement, développement urbain, finances, éducation, agriculture). - Formaliser les rôles par des directives officielles, des protocoles d'accord ou des décrets ministériels.
Créer un comité de pilotage interministériel	- Intégrer des représentants des principaux ministères, des organismes nationaux de normalisation, des institutions financières, des associations du secteur privé et des organisations de la société civile. - Définir les responsabilités, telles que le suivi des progrès, la résolution des conflits et l'alignement sur les engagements internationaux (Accord de Paris, Amendement de Kigali, ODD). - Mettre en place un secrétariat pour assurer un soutien technique, administratif et en matière de rapports.
Élaborer un cadre de financement pour soutenir les activités du NCAP :	- Recouvrir les sources de financement nationales et régionales (fonds verts, mécanismes de financement climatique, banques de développement, bailleurs de fonds bilatéraux, investissements du secteur privé). - Prioriser les approches de financement mixte combinant fonds publics, prêts concessionnels et investissements du secteur privé. - Veiller à ce que la stratégie de financement soutienne à la fois les interventions sur l'offre (technologies efficaces, transition vers des fluides frigorigènes plus durables) et les mesures sur la demande (refroidissement passif, changement de comportement, normes de construction).



03.5.2 Étape 9: Établir un cadre MRE/MVE

Suite à l'adoption et au lancement de la mise en œuvre du cNCAP MENA, il est essentiel d'établir un cadre complet de Suivi, de rapport et d'évaluation (MRE) et/ou de Suivi, de vérification et d'application (MVE). Ces cadres constitueront un pilier essentiel, pour assurer une participation active des ministères sectoriels et des diverses parties prenantes, favorisant ainsi des progrès collectifs vers les objectifs nationaux de refroidissement durable.

Tableau 9 Orientations qualitatives pour l'étape 9 du cNCAP MENA

Principe clé et objectif	Orientation		Valeur
Transparence et responsabilité	Garantir l'accessibilité des données et des résultats d'évaluation à toutes les parties prenantes		Favoriser la responsabilité et renforcer la confiance
Prise de décision basée sur les données	Collecter et analyser des données de haute qualité		Prise de décision éclairée pour l'allocation des ressources
Engagement des parties prenantes :	Engagement actif et continu avec toutes les parties prenantes : secteurs public, privé et associatif Établir des cycles d'examen réguliers pour ajuster le NCAP en fonction des avancées technologiques, des opportunités financières et des dynamiques du marché		Stimuler l'élan vers le succès et une action de refroidissement plus inclusive, holistique et bien informée
Gestion adaptative	Faciliter l'amélioration continue		Poursuivre l'ajustement et le perfectionnement du plan
Quantifiable et qualitatif Indicateurs	Indicateurs quantifiables : – Réduction de la consommation d'énergie – Réduction des émissions de fluides frigorigènes – Réduction des pertes et du gaspillage alimentaires – Investissements financiers	Indicateurs qualitatifs : – Efficacité de la mise en œuvre des politiques – Satisfaction des parties prenantes – Changements de comportement	Soutenir le respect des engagements internationaux et la transition du secteur du refroidissement vers un refroidissement durable
Alignement avec les objectifs nationaux et internationaux	S'aligner sur les objectifs nationaux de développement, ainsi que sur les engagements internationaux tels que l'Accord de Paris et l'Amendement de Kigali		Assurer la cohérence des données (par exemple, BTR, rapports sur les HFC, etc.)

Les composantes clés du cadre MRE consistent à établir une situation de référence, généralement lors de l'étape 3 du programme cNCAP MENA, puis à définir des indicateurs de référence clairs et mesurables. Il s'agit ensuite de mettre en place un système de suivi des progrès accomplis vers les objectifs nationaux, combinant indicateurs quantitatifs et qualitatifs. Parmi les indicateurs clés de performance (KPI) figurent :

- Améliorations de l'efficacité énergétique des équipements frigorifiques (kW/TR)
- Progrès sur la gestion du cycle de vie des fluides frigorigènes (LRM)
- Réduction des émissions nationales de gaz à effet de serre du secteur du refroidissement
- Adoption de technologies de refroidissement durables
- Mise en œuvre de codes de performance énergétique des bâtiments
- Bénéfices socio-économiques (par exemple : augmentation de la productivité, réduction du gaspillage alimentaire, meilleur accès au refroidissement pour les populations vulnérables, refroidissement des produits de base (médicaments, etc.), réduction du stress thermique chez les travailleurs, etc.)
- Investissements financiers dans les projets de refroidissement durable



Le cadre de suivi et d'évaluation (MVE) est un élément essentiel de tout système de mise en œuvre réglementaire ou politique, notamment dans les secteurs environnementaux et énergétiques tels que le refroidissement durable. Un cadre MVE efficace garantit le respect, la mesure transparente et l'application des normes et des engagements. Il comprend six activités clés :

1. Suivi : il s'agit de la collecte systématique de données permettant de suivre les performances et la conformité aux politiques, normes ou objectifs. Ceci peut être réalisé grâce à des systèmes de collecte de données et à la surveillance du marché.
2. Vérification : elle garantit l'exactitude et la fiabilité des données déclarées ou mesurées, ainsi que leur conformité aux exigences définies. Cette activité comprend des tests indépendants de produits, des audits d'installations ou une validation par projet. Elle doit inclure des méthodes standardisées pour sélectionner les unités ou cas à tester pour vérification.
3. Application de la réglementation : elle vise à garantir la conformité et à corriger ou sanctionner les cas de non-conformité. Une autorité légale doit être clairement définie afin de fournir un cadre juridique aux mesures d'application (amendes, rappels de produits, retrait de licences, etc.). Il est préférable d'appliquer des sanctions progressives ou proportionnelles à la gravité ou à la récurrence de la non-conformité, ainsi que des exigences imposées aux parties prenantes non conformes pour remédier aux problèmes (par exemple, amélioration de la conception des produits, publication d'un avis public). Les normes de conformité doivent être révisées périodiquement afin de tenir compte de l'évolution des politiques nationales et du niveau de maturité technologique.
4. Dispositifs institutionnels : ils définissent les rôles et les responsabilités des différents organismes et parties prenantes. En général, un ministère ou une autorité nationale est reconnu pour diriger les efforts(MVE). Cet organisme principal doit assurer la coordination entre les ministères, les douanes, les laboratoires d'essais et les organismes chargés de l'application de la réglementation afin de garantir une mise en œuvre efficace. De plus, il est important de garantir une formation et des ressources adéquates aux agences, aux inspecteurs et aux parties prenantes de l'industrie. Enfin, cette activité implique la participation des parties prenantes, notamment les fabricants, la société civile et le public.
5. Gestion des données et transparence : Permet un suivi, une analyse et une communication efficaces des résultats du MVE. Dans ce cadre, le gouvernement devrait mettre en place des bases de données centralisées avec des systèmes sécurisés pour collecter et gérer les données provenant des différentes parties prenantes. Cela permettrait de rendre certaines données MVE accessibles à l'examen du public ou des secteurs concernés. L'organisme chef de file devrait utiliser des systèmes informatiques (tels qu'un registre numérique des produits) pour la surveillance à distance, le signalement automatisé et le suivi en temps réel.
6. Retour d'information et amélioration continue : Permet d'affiner les politiques et les mécanismes MVE au fil du temps. Dans ce cadre, l'organisme chef de file effectuerait une évaluation périodique de l'efficacité des politiques et des outils MVE. Cela peut être réalisé grâce à une approche de gestion adaptative, qui ajuste les politiques de refroidissement durable en fonction des résultats du MVE et intègre les retours dans la planification future ainsi que dans le partage international des connaissances.

Tableau 10 présente un résumé des composantes typiques du MVE pour les différentes activités mentionnées ci-dessus, appliquées à trois composantes réglementaires du refroidissement durable : MEPS, gestion des fluides frigorigènes et codes du bâtiment.

Tableau 10 Exemples de composants MVE pour les différentes activités – pertinents pour la région MENA

Composant	MEPS	Fluides frigorigènes	Codes du bâtiment
Suivi	Surveillance du marché, déclarations	Registres d'importation, rapports de fuites	Examen des permis, inspections de site
Vérification	Essais en laboratoire, audits	Audits de quotas, contrôles de destruction	Essais d'enveloppe, mise en service
Application de la réglementation	Amendes, retrait du marché	Pénalités de quotas, licences	Retenue de permis/d'occupation
Institutions	Ministères de l'Énergie, douanes	Ministères de l'Environnement, importateurs	Ministères de la Construction, autorités urbaines, inspecteurs
Gestion des données	Bases de données produits, registre des étiquettes	Suivi national + liaison douanière	Systèmes de permis et d'inspection électroniques
Boucle de rétroaction	Augmentation progressive des MEPS	Ajustement des quotas, extension de la destruction	Mises à jour des codes, meilleure formation

04

Perspectives d'avenir: Relever les défis régionaux et promouvoir le refroidissement durable au Moyen-Orient et en Afrique du Nord

L'élaboration de Plans d'Action Nationaux pour le Refroidissement (NCAP) constitue une première étape essentielle pour définir une vision claire et un cadre structurant du refroidissement durable dans la région MENA. Ces plans fournissent la base nécessaire pour répondre aux besoins urgents en refroidissement, tout en s'alignant sur les priorités climatiques et de développement. Pour passer de la planification à l'action, les pays peuvent renforcer leurs capacités techniques et institutionnelles grâce à des programmes de formation ciblés et améliorer la coordination entre les parties prenantes nationales, infranationales et sectorielles, ce qui permettra une mise en œuvre plus efficace et à plus grande échelle des politiques, des normes et des programmes.

La région dispose d'un potentiel considérable de coopération régionale en matière d'harmonisation des MEPS et de l'étiquetage, ce qui permettrait de rehausser l'ambition, de faciliter l'application, de surmonter la fragmentation du marché et d'accélérer l'adoption de technologies de refroidissement efficaces et respectueuses du climat. De même, une approche régionale du suivi et de la vérification (M&V) offre une solution plus rentable que les efforts menés individuellement par chaque pays, en tirant parti des ressources partagées et des meilleures pratiques pour un reporting rigoureux.

En s'appuyant sur cette base, les pays peuvent élaborer des feuilles de route d'investissement précisant les besoins de financement, les sources potentielles de capitaux et les mécanismes de mobilisation des ressources pour des solutions de refroidissement durable. Ces initiatives peuvent s'inscrire dans un ensemble de projets bancables répondant aux priorités d'atténuation et d'adaptation, depuis le déploiement de technologies à haute efficacité et de fluides frigorigènes respectueux du climat jusqu'à l'élargissement de l'accès équitable et la mise en place d'infrastructures résilientes face au changement climatique. Les pays peuvent veiller à ce que les résultats des programmes de refroidissement soient rigoureusement intégrés aux rapports nationaux et internationaux, tant sur le plan technique (par exemple, les émissions de GES évitées, les économies d'énergie) qu'économique (par exemple, la création d'emplois, la réduction des factures d'énergie). Cette intégration stratégique permet de faire du refroidissement durable un pilier fondamental du développement résilient au climat, au sein de stratégies nationales telles que la Stratégie intégrée de l'énergie durable de l'Égypte à l'horizon 2040 (ISES 2040) et d'autres plans similaires dans la région, contribuant ainsi à façonner un présent et un avenir véritablement durables et prospères.

05

Études de cas





Études de cas 1 : Évaluation sectorielle actuelle et future de la demande de refroidissement en Jordanie

Avant le lancement du développement du NCAP en Jordanie, le programme Cool Up a réalisé une évaluation sectorielle de la demande actuelle et future en refroidissement dans le pays. Cette étude Prospects constitue un apport important pour l'étape de modélisation de la préparation du NCAP, puisque l'approche de modélisation ainsi que de nombreuses données collectées peuvent être utilisées. L'étude Prospects a couvert les secteurs de la climatisation résidentielle et commerciale, ainsi que celui de la réfrigération commerciale. La modélisation conduite pour le NCAP a été élargie pour inclure d'autres secteurs de refroidissement, tels que la climatisation mobile, la réfrigération industrielle et résidentielle, ainsi que le transport.

Afin de créer une modélisation précise reflétant les réalités du secteur du refroidissement jordanien, une approche multipartite a été adoptée. Les données et informations ont été collectées grâce à la participation du gouvernement, de l'industrie, du secteur financier et du milieu académique. Ce processus collaboratif, mené par le ministère de l'Environnement et le programme Cool Up, a permis de s'assurer que la modélisation reflète fidèlement les technologies actuellement utilisées, l'efficacité énergétique des bâtiments et l'environnement réglementaire.

Les difficultés rencontrées incluaient le manque de données sur l'état actuel du secteur du refroidissement, notamment en ce qui concerne la climatisation et la réfrigération commerciale. Ce manque de données a été comblé par une collecte de données primaires sur le terrain et par la validation d'hypothèses par des experts sectoriels. Des entretiens avec des experts de l'industrie ont également été menés afin de garantir le réalisme des hypothèses relatives aux tendances

futures du marché et au développement technologique. La collecte et la validation des données, nécessaires pour pallier ces lacunes, ont permis d'assurer une modélisation aussi précise que possible. Pour les apports politiques concernant l'environnement réglementaire actuel et futur, Cool Up a pu s'appuyer sur les informations tirées du rapport d'analyse réglementaire pour la Jordanie.⁴³

L'étude⁴⁴ a montré que le secteur du refroidissement prévoit une multiplication par cinq du nombre d'unités de climatisation d'ici 2050 et une augmentation de 35 % de la réfrigération commerciale, ce qui entraînera une hausse significative de plus de 3,5 fois de la demande d'électricité, tandis que les émissions (directes et indirectes) pourraient augmenter considérablement sans intervention.

L'étude modélise quatre scénarios, allant de la tendance actuelle (P0) à trois scénarios d'atténuation (P1–P3)⁴⁵ présentés dans Error! Source de référence introuvable. Le scénario P3 présente les résultats les plus ambitieux, avec notamment une réduction de 46 % de la demande d'électricité et une diminution des émissions pouvant atteindre 73 % d'ici 2050. Ces résultats soulignent la nécessité d'agir rapidement et avec ambition en matière d'efficacité énergétique, de transition vers des fluides frigorigènes plus durables et de politiques incitatives afin d'atteindre les objectifs de développement durable et de lutte contre le changement climatique.

Bien que la modélisation ait depuis été mise à jour et sera incluse dans le NCAP jordanien publié, l'approche et les étapes suivies ont été déterminantes pour les travaux de modélisation réalisés ultérieurement dans le cadre du NCAP.

Figure 11 Perspectives du programme Cool Up et mesures d'atténuation

NIVEAU D'IMPACT Augmentation: • Efficacité énergétique • Utilisation de fluides frigorigènes naturels Réduction: • Fuites	Perspective 3 (P3) : Impact élevé +	• Identique à la perspective 2 • Réduction des besoins en refroidissement (meilleure performance énergétique des bâtiments)
	Perspective 2 (P2) : Impact élevé	• Amélioration significative de l'efficacité des technologies • Utilisation accrue de fluides frigorigènes naturels • Fluides frigorigènes HFC de pointe à potentiel de réchauffement global intermédiaire • Fuites fortement réduites (en exploitation et en fin de vie)
	Perspective 1 (P1) : Impact modéré	• Amélioration modérée de l'efficacité des technologies • Utilisation modérée de fluides frigorigènes naturels • Réduction modérée des fuites (en exploitation et en fin de vie)
	Perspective 0 (P0): Tendances actuelles	• Politiques existantes • Évolutions du marché fondées sur les technologies • Actuellement disponibles

⁴³ <https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/reports/regulatory-analysis-jordan/>

⁴⁴ <https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/reports/cooling-sector-prospects-study-jordan/>

⁴⁵ Trois scénarios d'atténuation : Perspective (P1) : Impact modéré, Perspective (P2) : Impact élevé, Perspective (P3) : Impact élevé +



Études de cas 2 : Cartographie du contexte national en Égypte (Cool-Up)

Le programme Cool Up a mené et publié une étude sur l'état du secteur du refroidissement en Égypte.⁴⁶ Cette étude dressait un panorama des marchés de la climatisation, de la réfrigération commerciale et des fluides frigorigènes. Bien que cette étude ait précédé le Plan national d'action pour le froid (NCAP) de plus d'un an, une compréhension approfondie du contexte national du secteur du refroidissement était essentielle pour identifier la nécessité d'un plan d'action politique global tel que le NCAP.

L'un des principaux atouts du rapport sur l'état du secteur du refroidissement réside dans la collecte exhaustive de données, réalisée grâce à des entretiens avec des experts et à des modèles globaux. Ces données ont permis d'analyser en profondeur la situation actuelle des marchés de la climatisation et de la réfrigération commerciale. Les entretiens avec les experts se sont avérés essentiels pour obtenir des informations sur les segments de marché pour lesquels les données étaient indisponibles et pour valider les résultats des modèles globaux à l'échelle nationale égyptienne.

Au-delà du rapport sur l'état du secteur du refroidissement axé sur le marché, le programme Cool Up a également élaboré des rapports sur les aspects financiers⁴⁷ et politiques⁴⁸ du refroidissement en Égypte. Ces rapports, pris ensemble, ont permis de dresser un panorama complet du secteur du refroidissement en Égypte et d'en contextualiser les enjeux.

La cartographie a mis en évidence la nécessité de sensibiliser et de renforcer les capacités des parties prenantes concernés par les fluides frigorigènes à faible PRG, car les préoccupations liées à la sécurité et le manque de connaissances freinent leur adoption. Par ailleurs, l'absence de réglementation nationale sur les gaz fluorés et la ratification incomplète de l'amendement de Kigali ont engendré des incertitudes juridiques⁴⁹, entravant la planification à long terme et les investissements dans les technologies de refroidissement durables. L'analyse du contexte national a révélé que l'Égypte présente un fort potentiel de marché pour les solutions de refroidissement écoénergétiques et respectueuses du climat, notamment grâce à un soutien réglementaire, financier et technique renforcé.

Cette cartographie a servi de fondation pour le développement d'un NCAP, en fournissant une compréhension plus contextualisée du secteur du refroidissement en Égypte. Elle a permis d'identifier les recommandations politiques initiales et les stratégies pour promouvoir un refroidissement durable dans le pays, et a démontré qu'une approche politique coordonnée via un NCAP pourrait garantir une feuille de route vers un refroidissement durable.



Études de cas 3 : MEPS au Liban

Le Plan d'action national pour le refroidissement du Liban (NCAP)⁵⁰, soutenu par le PNUD, décrit les principales mesures visant à assurer la transition du pays vers un refroidissement durable et efficace. Le NCAP souligne la nécessité d'établir des normes minimales de performance énergétique (MEPS) et des systèmes d'étiquetage pour les réfrigérateurs et les climatiseurs, car actuellement le Liban ne dispose pas de ces outils réglementaires.

Le plan estime également le coût de la mise en œuvre d'un système d'incitation et de recyclage de ces appareils à environ 187,5 millions de dollars américains sur neuf ans. Il identifie des défis majeurs tels que la faible efficacité des appareils, le manque d'incitations du marché pour les produits économes en énergie et l'absence de mécanismes de contrôle.

Les mesures proposées comprennent la définition de normes minimales de performance énergétique (MEPS) ambitieuses, la promotion des fluides frigorigènes à faible potentiel de réchauffement global (PRG), le renforcement des capacités techniques du secteur de la maintenance et la mise en place de mécanismes de financement pour soutenir le remplacement des systèmes inefficaces. Ces actions visent à réduire la consommation d'électricité, à diminuer les émissions de gaz à effet de serre et à s'aligner sur les engagements climatiques du Liban au titre de l'amendement de Kigali et de l'Accord de Paris.

Toutefois, la mise en œuvre de ces politiques est entravée par les crises économiques et politiques que traverse le Liban, ce qui a retardé l'application de la réglementation et son adoption par le marché. Malgré ces obstacles, le programme Cool-Up a facilité les initiatives de renforcement des capacités, notamment les programmes de formation des techniciens sur les systèmes de refroidissement écoénergétiques, et a jeté les bases de futurs progrès en matière de refroidissement durable.

46 <https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/reports/cooling-sector-status-report-egypt/>

47 <https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/reports/insights-into-egypts-refrigeration-and-air-conditioning-finance-landscape/>

48 <https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/reports/regulatory-analysis-egypt/>

49 L'amendement de Kigali a depuis été ratifié en Égypte, le 22 août 2023.

50 <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-11/undp-summary-of-national-cooling-action-plans.pdf>



Études de cas 4 : Codes du bâtiment améliorés

La feuille de route régionale de Global ABC pour le bâtiment et la construction dans la région arabe⁵¹ met en lumière l'amélioration des codes du bâtiment comme une étude de cas essentielle pour promouvoir des pratiques de construction durables. Plusieurs pays arabes ont progressé en actualisant leurs codes de performance énergétique des bâtiments afin d'y intégrer des normes d'efficacité énergétique, notamment pour les nouvelles constructions.

Par exemple, la Jordanie a mis à jour son Code National du Bâtiment afin d'y inclure des exigences en matière d'isolation thermique et de chauffe-eau solaires. De même, le Maroc a

introduit une réglementation thermique pour les bâtiments afin d'améliorer leur performance énergétique. Ces normes améliorées visent à réduire la demande énergétique, notamment pour la climatisation, un enjeu majeur dans la région en raison de son climat chaud.

La feuille de route souligne que des mécanismes d'application efficaces, le renforcement des capacités des autorités locales et la mobilisation des parties prenantes sont essentiels à la réussite de la mise en œuvre de ces normes améliorées. Ces efforts sont déterminants pour aligner le secteur de la construction de la région sur les objectifs climatiques nationaux et les buts de l'Accord de Paris.



Études de cas 5 : Refroidissement passif dans les bâtiments

La résidence Dar Al-Oqoud à Amman, en Jordanie (figure 11)⁵², illustre l'intégration de stratégies de conception passive au sein du projet BUILD_ME. Conçue par l'architecte Maher Abusamra (MAS Design Studio), cette maison individuelle intègre des éléments architecturaux traditionnels islamiques et méditerranéens, tels que des murs porteurs en pierre, des plafonds voûtés, des dômes et une cour centrale.

Ces caractéristiques, ancrées dans l'architecture vernaculaire, sont stratégiquement mises en œuvre pour optimiser la ventilation naturelle et le confort thermique, réduisant ainsi le recours aux systèmes de refroidissement mécaniques. L'équipe BUILD_ME a apporté son assistance technique pour améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment, démontrant comment les principes de conception traditionnels peuvent être adaptés aux objectifs de développement durable actuels dans la région MENA.

Figure 12
Résidence Dar Al-Oqoud
à Amman, Jordanie



⁵¹ <https://globalabc.org/sites/default/files/2023-05/GlobalABC%20Regional%20Roadmap%20for%20Buildings%20and%20Construction%20in%20the%20Arab%20Region.pdf>

⁵² <https://www.buildings-mena.com/info/dar-al-oqoud-amman-jordan>



Études de cas 6 :

Accès au refroidissement par refroidissement passif

Le projet KONN Modular Homes en Jordanie (figure 12)⁵³ répond au besoin urgent de logements abordables et durables dotés de solutions de refroidissement adéquates. Développées par le cabinet d'architectes Uraiqat Architects, ces maisons modulaires individuelles sont pensées pour être à la fois économiques et économes en énergie. Le projet BUILD_ME a collaboré avec KONN pour mettre en œuvre des mesures d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables, en privilégiant l'accès à la climatisation pour les résidents.

Grâce à l'intégration de techniques de construction modulaire intelligentes et de stratégies de refroidissement passif, ces logements maintiennent des températures intérieures confortables tout en minimisant la consommation d'énergie. Cette étude de cas illustre le potentiel de l'association d'une conception innovante et de technologies écoénergétiques pour améliorer l'accès au refroidissement dans les logements abordables de la région MENA.

Figure 13
Projet KONN Modular Homes



Études de cas 7 :

Financement

Le programme Cool Up en Jordanie a évalué la faisabilité économique de la transition vers des fluides frigorigènes à faible potentiel de réchauffement global (PRG) et des systèmes de refroidissement plus efficaces dans les supermarchés et les bâtiments résidentiels. Les résultats ont démontré que les investissements initiaux dans des fluides frigorigènes à faible PRG et des technologies de refroidissement écoénergétiques sont financièrement viables à long terme, notamment lorsqu'ils sont associés à des incitations politiques et à des instruments de financement vert. Ces initiatives constituent des modèles reproductibles pour le déploiement à grande échelle de solutions durables en matière de construction et de refroidissement dans la région MENA.

La Banque centrale d'Égypte (CBE), par exemple, a mis en œuvre une initiative stratégique obligeant les banques à allouer 20 % de leurs portefeuilles de prêts pour soutenir les petites et moyennes entreprises (PME), incluant les

améliorations d'efficacité énergétique (EE) et les technologies de refroidissement. Cette démarche est renforcée par la coopération internationale, notamment avec la Banque européenne pour la reconstruction et le développement (BERD), qui a lancé des programmes de financement vert dédiés afin de stimuler l'investissement dans des solutions de refroidissement propres.

Des instruments tels que le crédit vert renouvelable, les partenariats public-privé (PPP) et le soutien de fonds comme le Green Climate Fund (GCF) contribuent à réduire les risques liés aux investissements dans les technologies écoénergétiques et les fluides frigorigènes à faible potentiel de réchauffement global (PRG). Ces structures financières illustrent comment des outils de financement adaptés peuvent favoriser l'adoption généralisée du refroidissement durable en Égypte et servir de modèle pour d'autres pays de la région MENA.⁵⁴

⁵³ https://www.buildings-mena.com/info/pilot-projects-phase-ii-2019-2021?utm_source=chatgpt.com

⁵⁴ <https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/reports/cooling-sector-status-report-egypt/>



Études de cas 8 : Efficacité énergétique, LRM et transition des fluides frigorigènes⁵⁵

En 2019, le gouvernement du Maroc, en collaboration avec les parties prenantes industriels et des partenaires non gouvernementaux, a lancé le Club des acheteurs de climatiseurs (AC) pour banquiers au Maroc. Cette initiative visait à faciliter l'accès à des climatiseurs de pièce à haute efficacité énergétique et à faible potentiel de réchauffement global (PRG) à des prix compétitifs et abordables.

Une première évaluation a révélé que le parc de climatiseurs de pièce installé au Maroc était dominé par des appareils à faible efficacité énergétique nominale, utilisant principalement du fluide frigorigène HCFC-22, et quelques appareils R-410A. Les unités étaient souvent mal installées et insuffisamment entretenues, ce qui contribuait à une consommation énergétique plus élevée. De plus, d'importants effets d'îlot de chaleur urbain ont été observés dans les villes étudiées.

Pour remédier à ces problèmes, le Club des acheteurs, en partenariat avec la Banque d'Afrique, a lancé un projet pilote visant à remplacer les climatiseurs de pièce vieillissants par des modèles plus performants. Ce travail a notamment consisté à développer un nouvel indicateur d'empreinte carbone du cycle de vie, prenant en compte des facteurs tels que :

- La production, le transport et la distribution d'électricité à des températures ambiantes élevées
- L'impact des îlots de chaleur urbains, y compris le regroupement des condensateurs de climatiseurs
- L'intensité carbone de la demande marginale d'électricité pendant les heures de pointe et les heures creuses

Deux unités de climatisation conventionnelles et deux unités de climatisation HFC-32 de dernière génération, alimentées par un onduleur, ont été installées et suivies dans des agences de la Banque d'Afrique à Marrakech, l'une des villes les plus chaudes du Maroc. Les principaux résultats de cette étude sont résumés ci-dessous :

Caractéristiques	Emplacement	Fluide frigorigène	COP/Consommation d'énergie	Coût énergétique
Référence n° 1	Agences de Bank of Africa Dar Saada, Marrakech	HCFC-22	COP = 2.0 1 800 kWh/an	2 680 dirhams (280 USD)
Référence n° 2	Agences de Bab Doukkala, Marrakech	HCFC-22	COP = 2.8 1 200 kWh/an	1 650 dirhams (170 \$ US)
Remplacement	Agences de Bank of Africa Dar Saada, Marrakech	HFC-32	COP = 5.3 650 kWh/an	790 dirhams (80 \$ US)

Les RAC à onduleur HFC-32 ont montré un potentiel d'économies d'énergie pouvant atteindre 70 % par rapport aux unités de référence. Au-delà de l'efficacité, le projet a mis en évidence les bénéfices économiques et environnementaux liés à la récupération et à la destruction sécurisée des fluides frigorigènes obsolètes (HCFC et HFC à fort PRG) grâce aux fours à ciment locaux.

Bien que la taille de l'échantillon fût limitée et que certaines variables — telles que l'activité des portes, l'occupation ou les préférences comportementales — n'aient pas été contrôlées, les résultats indiquent clairement que le remplacement des RAC anciens, inefficaces et mal entretenus peut entraîner une réduction significative de la consommation électrique. Cela contribue à un air plus pur, à la protection du climat et à l'amélioration de la santé publique. De plus, les économies d'énergie peuvent permettre de réorienter les dépenses des ménages et des entreprises vers des biens et services locaux, renforçant ainsi le bien-être communautaire et la résilience économique.

⁵⁵ <https://igsd.org/wp-content/uploads/2021/05/Morocco-BMCE-Bank-of-Africa-RAC-Pilot-Final-6-April-2021.pdf>



Études de cas 9 : Comblent le fossé en matière d'accès au refroidissement – Solutions évolutives

Dans les étés étouffants du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA), l'accès à la climatisation peut être une question de survie. Pourtant, de nombreuses communautés ne disposent pas d'un refroidissement fiable, alors même que le changement climatique entraîne des températures en forte hausse et une demande croissante. Le rapport *Chilling Prospects 2022 de Sustainable Energy for All* a révélé qu'1 personne sur 7 dans le monde (1,2 milliard) n'a pas accès à un refroidissement adéquat, ce qui menace leur capacité à survivre à des chaleurs extrêmes, à conserver des aliments ou à recevoir des vaccins. La région MENA est en première ligne face à cette crise. En Égypte, par exemple, les températures moyennes ont augmenté de plus de 0,5 °C par décennie ces dernières décennies, et la consommation d'électricité a progressé de 6 % par an, la population cherchant à se rafraîchir. D'ici 2050, les régions intérieures de Turquie devraient connaître une hausse de température de 2,5 °C. Cette augmentation rapide de la demande en climatisation met sous pression les systèmes énergétiques et accentue un "écart d'accès au refroidissement" pour les populations les plus pauvres et les plus vulnérables. Sans intervention, la région MENA fait face à un choix difficile entre répondre aux besoins urgents en climatisation ou s'enfermer dans une utilisation énergétique et des émissions non durables.

La climatisation n'est pas un luxe ; c'est une question d'égalité et un service qui doit être fourni à ceux qui en ont besoin. Les expériences menées en Inde et au Nigéria démontrent l'existence de stratégies pratiques et reproductibles permettant de combler le fossé en matière d'accès au refroidissement, tout en contribuant à la réalisation des objectifs climatiques.

Dans les bidonvilles urbains indiens, le Mahila Housing Trust a lancé le programme « Climate Saathis », formant des femmes au rôle d'auditrices énergétiques et de référentes locales pour le climat. Ces femmes encouragent l'utilisation d'appareils économes en énergie, des méthodes de refroidissement passif comme les toits peints en blanc, ainsi qu'une éducation domestique sur l'utilisation durable de l'énergie. Le projet a permis l'installation de plus de 200 toits modulaires et de 500 toits réfléchissants solaires, abaissant la température intérieure jusqu'à 6 °C et aidant les ménages à économiser plus de 700 000 dollars américains par an sur leurs factures d'énergie.

Mumbai, confrontée à un phénomène d'îlot de chaleur urbain exacerbé, réagit en développant des solutions fondées sur la nature. Un parc forestier urbain et une réserve naturelle de 1,3 hectare à Marol devraient permettre de réduire les températures locales jusqu'à 3 °C et d'offrir un espace vert indispensable à plus de 170 000 habitants. Ce projet s'inscrit dans le cadre du vaste plan d'action climatique de la ville, visant à accroître la végétation urbaine et à renforcer la résilience face à la hausse des températures.

Au Nigéria, où plus de 114 millions de personnes sont fortement exposées aux risques liés au manque de climatisation, le gouvernement a mis en place un code d'efficacité énergétique des bâtiments encourageant les stratégies de conception passive, telles que la protection solaire, la ventilation naturelle et l'isolation des toitures. Des projets pilotes montrent que ces mesures peuvent réduire la demande en énergie pour la climatisation jusqu'à 44 %, tandis que des innovations comme les murs végétaux à Lagos ont permis de réduire les températures intérieures de 2,3 °C en moyenne dans les logements sociaux.

Au Nigéria, le projet CoolCycle contribue à lutter contre le gaspillage alimentaire en fournissant des chambres froides solaires pour les produits frais. CoolCycle, une initiative copilotée par le Réseau des jeunes pour le développement durable (YSDN), vise à réduire les pertes après récolte, à renforcer la sécurité alimentaire et à promouvoir l'utilisation d'énergies propres. Pionnière d'une approche transformatrice pour le secteur agricole nigérian, elle intègre les énergies renouvelables à la technologie du stockage frigorifique, avec pour ambition de révolutionner la sécurité alimentaire et d'améliorer les conditions de vie.

Ces expériences démontrent qu'un refroidissement durable est possible grâce à l'autonomisation des communautés, des cadres politiques adaptés, le refroidissement passif et l'innovation. En adaptant ces approches aux contextes locaux, les gouvernements et les communautés du monde entier peuvent répondre aux besoins croissants en matière de refroidissement sans aggraver les émissions, garantissant ainsi des avantages sanitaires, économiques et climatiques aux populations les plus vulnérables.

Remerciements particuliers aux partenaires financiers du PNUE. Depuis plus de 50 ans, le PNUE est la principale autorité mondiale en matière d'environnement. Il mobilise l'action grâce à des données scientifiques probantes, sensibilise le public, renforce les capacités et réunit les parties prenantes. Le programme de travail principal du PNUE est rendu possible grâce aux contributions flexibles des États membres et d'autres partenaires au Fonds pour l'environnement et aux Fonds planétaires du PNUE. Ces fonds permettent de développer des solutions agiles et innovantes pour lutter contre le changement climatique, la perte de biodiversité et de nature, ainsi que la pollution et les déchets.

Soutenez le PNUE. Investissez dans les personnes et la planète.
www.unep.org/funding



www.unep.org
unep-communication-director@un.org