



Funded by the
European Union

meetMED

Mitigation Enabling Energy Transition in the MEDiterranean region
Together We Switch to Clean Energy

ÉCOLES SOLAIRES EN MÉDITERRANÉE: RETOURS D'EXPÉRIENCE, DÉFIS ET OPPORTUNITÉS

NOTE TECHNIQUE / MARS 2024



RCREEE

Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency
المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة

© 2024 / meetMED. Tous droits réservés.

Cette publication a été réalisée avec le soutien financier de l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité de MEDENER et du RCREEE et ne reflète pas nécessairement les points de vue de l'Union européenne.

Crédits image de la page de couverture : Image générée par l'intelligence artificielle, ©Freepik, Inc.



Le projet meetMED

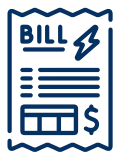
Le projet MeetMED (Atténuation et Transition Energétique en Région Méditerranée) est un projet financé par l'UE et mis en oeuvre par l'Association méditerranéenne des agences nationales pour la gestion de l'énergie (MEDENER) et le Centre régional pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (RCREEE).

Les activités de meetMED II visent à renforcer la mise en oeuvre de mesures d'EE et à améliorer le mix énergétique des pays en mettant l'accent sur les secteurs du Bâtiment et des Appareils/Equipements grâce à une approche multi-échelle, multipartenaire et inclusive aux niveaux local et régional, favorisant ainsi la coopération régionale.





Dans le contexte énergétique actuel d'augmentation des prix des carburants et de l'électricité et face aux défis urgents du changement climatique, il est certain que l'installation de panneaux solaires dans les bâtiments publics et en particulier dans les écoles est une opportunité qui offre de nombreux avantages:



réduire les factures d'électricité



accroître l'indépendance énergétique



sensibiliser la jeune génération à l'usage d'une énergie renouvelable

de long terme et moins émettrice de gaz à effet de serre. De nombreuses installations ont ainsi été réalisées dans plusieurs pays méditerranéens à l'aune de projets de coopération ou non dans une dynamique qui semble exponentielle. Quels sont les retours après quelques mois ou années d'exploitation ? Quels ont été les défis ? quels enjeux cela crée en termes de filières économiques ? de nouvelles pollutions liées au recyclage des batteries et au démantèlement des panneaux ? de financement ? quels sont les nouveaux risques (vols, marché noir, risques infrastructurels (bris des panneaux suite à des conflits, etc) ?

A l'occasion du **REDEC au Liban en Juillet 2023**, l'ADEME et ses partenaires libanais et méditerranéens ont organisé une table ronde avec chercheurs, praticiens et experts, l'occasion de présenter des retours d'expérience et d'apporter des pistes de réponses à ces défis.

Cette note propose **d'explorer les différents retours et messages clés de cette conférence** afin d'inviter les décideurs à agir et à promouvoir la transition énergétique à l'échelle locale par la rénovation et l'électrification solaire des établissements scolaires.

SYNTHÈSE DES PRÉSENTATIONS ET DES DÉBATS

Les intervenants ont été invités à présenter des retours d'expérience de projets et de programmes d'envergure variées. Ainsi 5 retours d'expérience ont été présentés, 3 au Liban, 1 en Tunisie et un dernier en Algérie.

REX 1 - Electrification solaire de 7 établissements scolaires à Beyrouth

Denis Vigier, expert d'Electriciens sans frontières, a présenté un projet d'installations de panneaux solaires dans 6 établissements privés mené à Beyrouth entre 2021 et 2023. Financé par plusieurs partenaires, dont l'ADEME, ce projet visait à dimensionner et accompagner la mise en œuvre de ces installations dans un contexte de triple crise pandémique, économique et énergétique.

6 centrales photovoltaïques de capacités comprises en 50kWc et 100kWc ont été installées dans les 6 établissements accueillant près de 5300 élèves, plus de 1000 panneaux solaires ont été installés en complément des générateurs existants et raccordés au réseau. Le rendement des installations varie cependant entre 2 et 104% sur les 6 premiers mois, ce qui fragilise la rentabilité de ces dispositifs et qui s'explique en partie par le fonctionnement contraint des générateurs (souvent surdimensionnés) en raison de la faible disponibilité du réseau.



REX 2 – Projet Re-Fit de rénovation des bâtiments publics au Liban

Jose Antonio Naya, chef de projet à l'ICU, une ONG italienne, a présenté les retours d'expérience du projet RE FIT, financé par l'Union Européenne de rénovation de bâtiments publics et d'écoles au Liban. Un certain nombre de problématiques en particulier techniques liées aux installations, aux normes et à la qualité ont été pointées tout en insistant sur l'importance de combiner les installations avec une recherche de performance des bâtiments eux-mêmes (meilleure isolation, toiture et fenêtres des bâtiments).



REX 3 – Projet CLIMAMED d'appui à la planification Énergie Climat dans les collectivités libanaises

Oussama Kassamany, Expert sénior coordinateur du projet pour la région du Mashreq, a pour sa part présenté quelques retours d'expérience du projet Clima-MED, financé par l'Union Européenne également, d'appui à la planification Climat & Énergie pour les collectivités méditerranéennes.. A titre d'exemple, dans le cadre du SEAP de la Municipalité de Baakline (Mont-Liban, Chouf district, 20 000 habitants), celle-ci a construite une Micro-station solaire afin de permettre l'alimentation électrique de l'éclairage public du village. L'utilisation d'une technologie éprouvée et aux standards internationaux a permis de réduire les coûts de maintenance et d'opérations comme les risques de vols. Un autre projet d'électrification solaire des centres de soins primaires (PHCC) a été mis en place mais des défis techniques liés aux coupures et délestages d'Electricité du Liban qui augmentent les besoins empêchent les solutions solaires d'être optimisées.



REX 4 – Projets d'électrification des écoles par l'énergie solaire en Algérie

Menouer Boughedaoui, expert senior et professeur à l'université de Blida, a pour sa part présenté les retours d'expérience en Algérie sur cette problématique. En effet, un programme pilote, piloté au niveau national a permis l'installation de kits PV pour l'éclairage raccordés au réseau et de chauffe-eau solaires dans 80 écoles primaires. Les enseignements tirés de ce programme pilote doivent alimenter la mise en route d'un programme national visant à toucher l'ensemble des écoles **en 2030 (19 275 établissements)**. L'intérêt porte sur l'enjeu de massification à travers un programme pilote et sur la mobilisation des financements par la Caisse de Solidarité, les wilayas et les PCD. L'enjeu d'avoir des référents territoriaux et des techniciens formés au niveau des 48 wilayas a été pointée tout comme celle d'impliquer et de sensibiliser les élus et la population dans un contexte de fortes subventions aux énergies fossiles.



REX 5 – Projet ESMES de Réseau d'écoles Méditerranéennes en Énergie Intelligente

Houcem eddine MECHRI, enseignant universitaire, ISSAT-Sousse, a enfin présenté les préconisations faites pour l'ISSAT de Sousse, réalisées dans le cadre du projet ESMES (Energy Smart Mediterranean Schools Network), financé par l'Union européenne pour 5 pays (Italie, Jordanie, Liban, Tunisie, Espagne). L'approche se voulait ainsi globale : outre des mesures d'efficacité énergétique (mise en place d'un système de Gestion technique du Bâtiment, lampes LED et réhabilitation des armoires électriques), il a été préconisé une installation solaire PV de 60kWc. **Avec un coût conséquent d'investissement (près de 500k€), cette centrale permettra une couverture de 40% des besoins et un retour sur investissement de 9 ans, ce qui peut rester prohibitif.** Il est intéressant de noter à nouveau que c'est la combinaison de diverses mesures tant organisationnelles que techniques qui permettent d'améliorer in fine la performance énergétique.



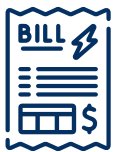
POURQUOI INVESTIR DANS LA RÉNOVATION GLOBALE DES ÉCOLES ET L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS SCOLAIRES ?

Il n'est pas nécessaire de rappeler que le secteur de la Construction et du Bâtiment est l'un des plus consommateurs en énergie et des plus émissifs en GES qui n'est pas en voie de réduire vu les phénomènes d'urbanisation galopante dans les pays méditerranéens. **Ce secteur peut contribuer fortement à l'atténuation, de sa construction à son démantèlement, comme il subit, en retour, les impacts du changement climatique à plusieurs niveaux.** En particulier, dans les villes confrontées à l'accroissement des vagues de chaleur, amplifiées par l'effet dit « d'îlot de chaleur urbain », les consommations énergétiques liées à la climatisation grèvent en partie les budgets de fonctionnement des municipalités. Les raisons sont multiples : constructions mal conçues, peu isolées, équipements peu performants et usages inadaptés (ouverture des fenêtres, température de consigne très basses, etc).



Les écoles, dans ce parc bâti, sont une formidable opportunité pour une transition énergétique concrète.

En effet, au-delà des enjeux sociaux et sanitaires d'exposition d'une population particulièrement vulnérable que sont les enfants, les bâtiments scolaires s'inscrivent dans une maîtrise d'ouvrage assez claire, publique, qu'elle soit locale ou nationale, sur un foncier maîtrisé, et font l'objet d'investissements publics réguliers tout en s'inscrivant dans une démarche d'exemplarité de l'Etat et des autorités publiques.



Alléger les factures



développer les marchés pour les énergies renouvelables à travers une demande publique massive



Maîtriser les coûts



améliorer le confort des écoliers et de la jeunesse

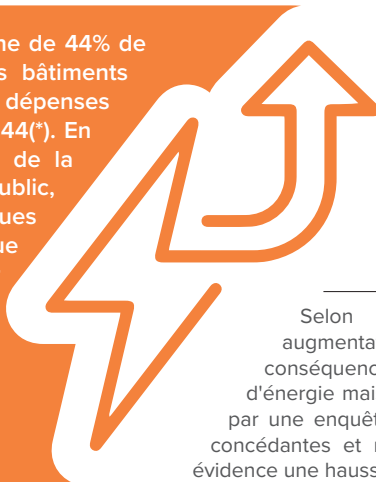
de nombreux arguments plaident pour investir dans l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables et la rénovation des écoles dans une logique d'atténuation comme d'adaptation au changement climatique.

AUGMENTATION DES COÛTS DE L'ÉNERGIE EN FRANCE ET IMPACTS SUR LES COLLECTIVITÉS

Si le secteur du bâtiment est à l'origine de 44% de l'énergie consommée en France, les bâtiments représentent à eux seuls 75% des dépenses d'énergie des collectivités territoriales^{44(*)}. En 2019, les écoles représentaient 12% de la consommation d'énergie du secteur public, 82% des consommations énergétiques des communes de métropole alors que leur part dans le patrimoine immobilier ne dépassait pas 31% de ce patrimoine.



soit environ 135 kWh d'énergie finale par m² et par an



Selon l'Assemblée des départements de France, les augmentations des prix de l'énergie constatées ont eu des conséquences variables selon les départements sur les dépenses d'énergie mais elle est confirmée, en ce qui concerne les communes, par une enquête réalisée par la Fédération nationale des collectivités concédantes et régies (FNCCR) auprès de ses adhérents, mettant en évidence une hausse des dépenses énergétiques, entre 2021

L'effet d'« îlot de chaleur urbain » (ICU) désigne une « sorte de dôme d'air plus chaud couvrant la ville » qui se manifeste par un rafraîchissement nocturne limité par rapport à la campagne. La température en ville est augmentée à cause de la forme urbaine, l'architecture, les matériaux utilisés, l'absence de végétalisation (Reghezza-Zitt, 2023). L'ICU est plus important la nuit, car alors que la périphérie se refroidit, constructions et voirie rejettent la chaleur stockée pendant la journée et 2022, comprise entre 30% et 300%. Selon Intercommunalités de France, la facture énergétique des trois quarts des intercommunalités a au moins doublé, voire quadruplé en un an.



Ce constat est corroboré par l'Association des petites villes de France

(APVF) qui indique que ces dépenses ont augmenté de plus de 50% dans certaines communes et dans 90% des petites villes. Les collectivités territoriales ont ainsi été contraintes à mettre en œuvre en urgence des mesures pour faire face à cette flambée des coûts de l'énergie et, par conséquent, à l'augmentation importante et imprévue de leurs dépenses énergétiques. Ces mesures ont essentiellement été orientées vers la réduction des consommations énergétiques:



baisse du chauffage en période hivernale



limitation de l'éclairage



fermeture de certains équipements



tels que les gymnases ou les piscines. **Des plans de sobriété énergétique ont également été mis en place. En octobre 2022**, la région Auvergne-Rhône-Alpes a ainsi lancé un plan de sobriété énergétique pour les lycées, qui se décline en treize actions à court et moyen termes et concerne toutes les thématiques : la généralisation des contrats assortis de clause de performance, un plan d'actions de sobriété par l'usage, le respect des consignes de températures, le relampage LED, un grand plan massif de solarisation et l'accélération de la mise en place des marchés publics globaux de performance énergétique.

Extraits – rapport du Sénat en France sur la transition écologique des bâtiments scolaire:

<https://www.senat.fr/rap/r22-800/r22-8006.html#fn44>

Enquête tous les 5 ans sur les dépenses énergétiques de collectivités en France menée par l'ADEME – synthèse 2019 sur les chiffres 2017-
https://librairie.ademe.fr/cadic/495/depenses-energetiques-collectivites_synthese_2019.pdf



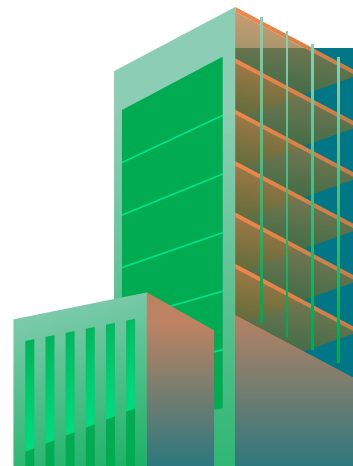
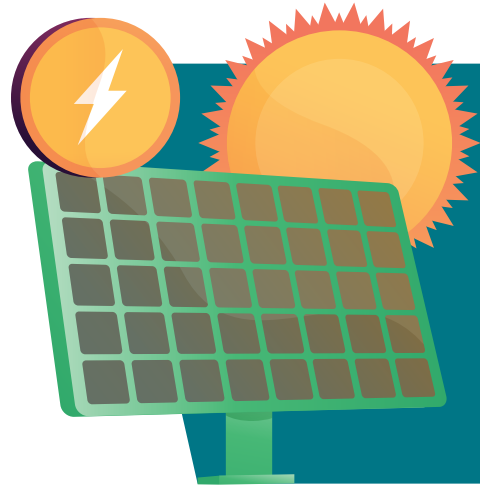
A QUELS DÉFIS EST-ON CONFRONTÉ ?

A partir des retours d'expériences présentés, plusieurs défis semblent communs en fonction des géographies. Dans les PSEM (pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée), **Dans les PSEM (pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée), l'un des défis techniques et humains porte sur la qualité des filières d'approvisionnement et d'installation des panneaux solaires.**

Que ce soit le choix des fournisseurs, les compétences disponibles, les types d'équipements fournis (panneaux fiables, respect de normes en particulier de sécurité, onduleurs de qualité et correctement paramétrés), ou les services proposés (qualité d'installation, service de maintenance, d'entretien et de réparation), ces filières sont inégalement accessibles en fonction des géographies et diversement structurées. Outre les difficultés d'approvisionnement dans un contexte de saturation du marché mondial et de manque de matières premières, la problématique des normes d'origine et leur compatibilité en l'absence de réglementation rend délicate la mise en place de standards et surtout leur mise en œuvre efficace. Au niveau de l'usage des panneaux, le défi de suivi des consommations, de maintenance et de mise en place de démarches de gestion de l'énergie en général semble faire défaut. La présence enfin de responsables énergie, référents ENR et techniciens qualifiés à des échelles territoriales est également l'un des défis posés notamment lorsqu'on souhaite massifier ou déployer des programmes d'importantes envergure.

Un autre défi réside dans le dimensionnement de l'installation et les choix techniques opérés de raccordement au réseau ou non. Ces questions se posent dans les villes petites et moyennes comme dans les grandes. Au Liban, la faiblesse structurelle du réseau contraint un fonctionnement avec les générateurs, notamment pour maintenir la conservation de 20% de la puissance nominale réduisant d'autant l'intérêt des panneaux. L'usage de batteries peut être approprié mais se posent alors les problématiques de qualité, de renouvellement (durée de vie de 3 à 5 ans), de compatibilité (onduleurs de qualité, etc), autant de problématiques qui, faute de standards, peuvent grever fortement l'opportunité économique de telles installations.

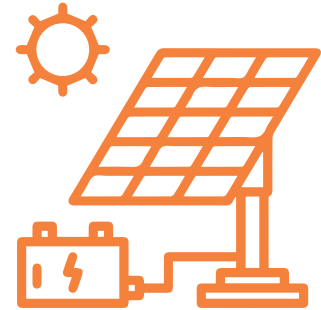
Cet enjeu du modèle économique viable, de la rentabilité de telles installations, de leurs coûts, des tarifs de rachat par le réseau, des externalités positives et négatives comme les coûts de fin de vie des équipements (reprise, recyclage éventuel, etc) est finalement au cœur des enjeux tout en étant abordé que très marginalement dans les retours d'expérience. On peut supposer que le fait que ces projets soient fortement subventionnés et aient une dimension d'exemplarité empêche une réflexion approfondie sur les modèles économiques. Des analyses du cycle de vie pourraient cependant être réalisées afin de mieux orienter les décideurs dans leurs choix techniques.



Les défis de **coordination entre acteurs, de gouvernance et de réglementation** sont enfin évoqués dans la plupart des cas. L'implication de la compagnie locale d'électricité en amont, l'information donnée et la concertation éventuelle avec les établissements mais également les parents d'élèves ou enfin l'adoption de procédures à des échelles locales pour reconnaître le rôle de chacun, clarifier les responsabilités et les obligations de chacun semble indispensables.

Si les difficultés liées à l'absence de standardisation des équipements sont souvent facilement évoquées : stabilité, sécurité, compatibilité des équipements, coûts plus élevés, difficultés de trouver des pièces de rechange, difficultés de réparation, pas de reprise garantie possible, impossible mise à niveau, etc. Il est plus difficile de voir les conséquences de l'absence de procédures locales ou de cadre administratif et réglementaire.

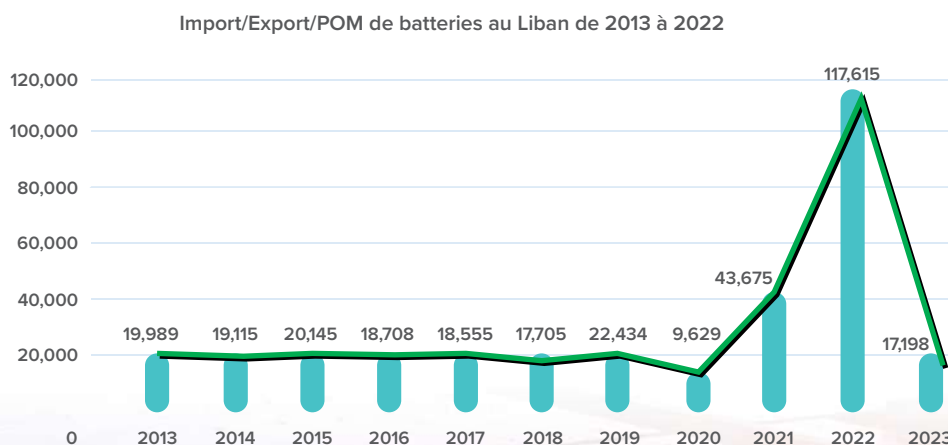
Il est pourtant tout aussi important. Les changements réglementaires, les compétences et mandats attribués aux structures locales comme nationales, le cadrage incitatif ou non pour les investissements, la sécurisation de ces investissements (propriété du foncier, obtention de permis d'installation, etc),, les procédures de raccordement au réseau et de comptage des consommations sans parler des contrôles ou de la passation des marchés doivent faire l'objet de procédures claires et connues de tous sans lesquelles il sera délicat de déployer largement la transition énergétique.



LA CROISSANCE EXPONENTIELLE DES BATTERIES ET PANNEAUX PV AU LIBAN, QUELS CONSÉQUENCES À LONG TERME ?

L'enjeu de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques dits DEEE au Liban s'inscrit dans un cadre plus général de gestion des déchets assez préoccupant au Liban dans un contexte de crise urbaine et démographique (afflux de réfugiés), diplomatique (bombardements au Sud) et économique (crise monétaire, hyperinflation). Les importations de DEEE après une forte chute due à la pandémie ont fortement repris en 2022. Un tonnage exceptionnel de plus de 82 kT de panneaux solaires ont été importés en 2022 témoignant de la vigueur de cette croissance (contre 13 kT en 2021) ; Les batteries suivent une croissance similaire atteignant en 2022 117 kT. Même s'il est plus prudent d'estimer cette croissance sans compter cette année 2022 exceptionnelle, les déchets liés aux batteries atteindront près de 145 kT et les panneaux solaires 30 kT des déchets générés au Liban en 2040.

Extrait d'une étude sur la problématique des DEEE pour les collectivités locales, ALMEE, 2023.



Source : Douanes libanaises, 2023

4 MESSAGES CLÉS



Interroger les besoins en énergie à travers une analyse des mesures d'efficacité énergétique pertinentes en amont. Des travaux d'installation solaire nécessitent un audit énergétique et une analyse des besoins qui détermine la pertinence des choix techniques. Au-delà des enjeux de remplacement pur et simple des vecteurs énergétiques par du renouvelable, il est indispensable de questionner les besoins, en climatisation, en chauffage, en éclairage, en alimentation en eau, l'orientation et l'enveloppe des bâtiments, comme leur usages (équipements informatiques, techniques, etc) pour prioriser les mesures et les travaux afin d'optimiser les performances énergétiques. L'usage massif de générateurs en particulier parfois surdimensionnés nécessite d'être remis en question avant de réfléchir à l'installation des panneaux solaires. Les investissements doivent ensuite être priorités en adoptant des approches multicritères.



Adopter une approche systémique et globale et non des investissements ponctuels sans suivi, Cette approche globale est nécessaire tant pour le dimensionnement des infrastructures (estimations des besoins en prenant en compte les mesures d'efficacité énergétique) que dans la mise en œuvre (choix des équipements standards, installation professionnelle, anticipation des questions de gestion, de gouvernance et de maintenance). Les projets doivent s'inscrire dans des programmes plus structurants permettant de réfléchir et de contribuer à renforcer l'ensemble de l'écosystème des acteurs et de la filière économique relative aux panneaux solaires.



L'écosystème des acteurs tant public que privé doit être formé et accompagné que ce soit à travers la standardisation des équipements, la labellisation des installateurs, l'élaboration de lignes directrices et de règles notamment sur les questions de maintenance mais également de gestion et de financement les contrats de performance énergétiques nécessitent un cadre réglementaire par exemple pour assurer le partage des risques entre les parties prenantes et optimiser les montages financiers dans l'intérêt de toutes les parties prenantes. La spécificité de filières informelles, éclatées, d'artisans de l'auto-construction ne facilite pas la mise en place de standards mais peut être encadrée à minima en testant des approches plus flexibles au niveau local et en sensibilisant les usagers et les maîtres d'ouvrage aux enjeux de qualité d'installation et de choix d'équipements. Il faut à la fois agir sur la demande et l'offre d'équipements et de services de qualité.



Si les enjeux techniques semblent parfois prédominants, ce sont les enjeux socio-économiques, financiers et réglementaires qu'il conviendrait de mieux appréhender La question du retour sur investissement, de la prise en compte des coûts et externalités de la fin de vie des panneaux comme celle du suivi/monitoring, des incitations fiscales et réglementaires mais également du contrôle et de la contrainte sont des leviers encore trop peu exploités ou diversement cohérents entre eux. Une meilleure coordination des acteurs et la prise en compte des intérêts convergents mais aussi divergents entre les nombreux publics à impliquer semble être encore une gageure pour de nombreux programmes.

VOUS SOUHAITEZ INSTALLER DES PANNEAUX SOLAIRES DANS VOS ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES, ...

1

Posez-vous les bonnes questions

comme présenté, les défis techniques, économiques, réglementaires, sociaux dépendent de votre contexte... une bonne analyse de ces aspects, de vos besoins, de vos consommations, de votre bâti, des conditions climatiques vous permet de monter un projet de qualité...

2

Faites vous accompagner

contactez l'Agence de l'Énergie de votre pays ou de votre région, ils pourront vous orienter vers les bureaux d'études certifiés, les règles existantes, les bonnes pratiques...

3

Outillez-vous

des audits, des cahiers des charges, des outils de dimensionnement, des bonnes pratiques existent, renseignez-vous ... Le projet meetMED propose un certain nombre d'outils de de publications. Quelques exemples:



Financement

découvrez les solutions de financement à travers les contrats de performance énergétiques



GrassMED Platform

Processus d'apprentissage en ligne et de certification pour déterminer si vous avez pris en compte tous les aspects de votre bâtiment



PRIORITEE TOOL

Mesurer les économies d'énergie principales dans votre bâtiment ou votre stock de batiments



Rafrachir les villes et les bâtiments

Découvrez les solutions adaptées pour le rafraichissement (Brochure + webinar)



SCHOOLMED TOOL

mesurer les économies d'énergie pour prioriser les travaux dans votre école

Crédits

Coordination technique

Alicia Tsitsikalis (ADEME)

Auteurs

Alicia TSITSIKALIS (ADEME)

Sabine SAAD (ALMEE)

Responsable de conception

Asmaa Ahmed (RCREEE)

© Crédits photos : ADEME / Electriciens sans Frontières



Cette note technique a été produite dans la cadre d'une collaboration entre l'ADEME, l'Agence de la Transition écologique en France, membre de MEDENER et l'ALMEE dans le cadre du projet meetMED (2023).
Pour aller plus loin : www.meetmed.org

meetMED

www.meetmed.org



meetMED-Project



meetMED1



meetMED



Cette publication a été réalisée avec le soutien financier de l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité de MEDENER et du RCREEE et ne reflète pas nécessairement les points de vue de l'Union européenne.



RCREEE

Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency
المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة