



Rapport Final

ACTION 4

CONTRIBUTION AU DÉVELOPPEMENT DU PLAN D'ACTION ENERGIE DURABLE (PAED) DE DEUX MUNICIPALITÉS LIBANAISES

PARTIE III : FÉDÉRATION DE CHOUF-SOUEIJANY

Février 2021

L14

Préparé par :
Adel Mourtada
Sabine Saad

Préface

Action 4. Contribution au développement de Plan d'Action d'Energie Durable (PAED) de deux municipalités au Liban

Cette action vise l'assistance à deux municipalités libanaises « Hammana » (jumelée avec Macon en France) et la Fédération de municipalités de « Chouf-Soueijany » dans l'élaboration de leur Plan Action d'Energie Durable (PAED) en vue de leur adhésion à la Convention des Maires (CdM). Finalement le choix s'est porté sur la Fédération de municipalités de « Chouf-Soueijany » car elle couvre 8 municipalités de population totale plus importante que celle de « Lehfed ». Cependant « Lehfed » reste associée à ce projet dans le cadre des activités de formation et de sensibilisation.

En effet, la Convention des Maires est une initiative européenne qui concrétise l'engagement formel volontaire des ensembles des communes, villes et régions qui aura comme but de réduire les émissions de CO₂ de plus de 20% à l'horizon 2020 par rapport à l'année de base choisie en avant, et plus tard d'au moins de 40% à l'horizon 2030, à travers la mise en œuvre de plans d'action en faveur de l'énergie durable (PAED) qui constituera une stratégie locale en matière d'énergie et de climat et qui répondra à leurs propres problématiques. Ce travail est en cours de réalisation en coordination avec les municipalités concernées, l'Université Libanaise (qui voudrait faire participer ses étudiants et ses chercheurs à cette activité) et l'Université Saint-Joseph.

Afin d'élaborer le PAED et pour montrer ainsi comment atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz polluants imputables à la production et à la consommation d'énergie, il est nécessaire de recourir à des méthodologies reconnues.

Cependant, il y a un manque d'outils adaptés aux conditions des villes de Sud Méditerranée pour évaluer les émissions de base de gaz à effet de serre (GES) ainsi que l'impact des PAED sur ces émissions.

Cette action s'intéresse : (1) à évaluer les approches classiques de calcul des émissions de GES au niveau municipal ainsi que l'impact de PAED (2) à développer les outils méthodologiques et techniques pour combler les lacunes et aboutir à une approche plus développée (par secteur), plus généralisée (les municipalités de Sud-Méditerranée qui souhaiteraient adhérees à la convention des maires) et adaptée au contexte régional.

A. Elaboration de PAED pour une municipalité libanaise et une fédération de municipalités

Un inventaire des sources d'émission de CO₂ a été réalisé au niveau municipal (pour les municipalités choisies) avec des mesures sur le terrain et enquêtes dans les secteurs : Bâtiments, Industrie, Transport, Production d'électricité, Déchets solides, Eaux usées, Agriculture.

Le PAED a été développé pour les municipalités choisies, et sera expliqué, discuté et mis à leur disposition pour qu'il soit signé et présenté pour l'adhésion à la CdM.

Ce projet sera de grand intérêt pour les villes de SUD-Méditerranée et contribuera à impliquer davantage les conseils municipaux à l'élaboration de Plan d'Action d'Energie Durable visant la réduction des émissions de GES et de la pollution.

Des réunions fréquentes avec les équipes municipales ont eu lieu. Un séminaire national pour la dissémination des résultats (méthodologie et outils) est prévu dans le cadre de cette étude.

Cette activité est menée en étroite coordination avec les Conseils Municipaux de Hammana et de la Fédération de municipalités Chouf-Soueijany et en partenariat avec l'Université Libanaise et l'Université Saint-Joseph (à travers l'implication des stagiaires et des doctorants). La Municipalité de Lehfed est aussi intéressée par le développement d'un PAED mais qui sera réalisé dans le futur et non plus dans le cadre de cette convention avec l'ADEME

B. Séminaire nationale « Municipalités et Politiques d'Energie Durable »

Un Séminaire nationale « Municipalités et Politiques d'Energie Durable » est prévu dans les prochains mois. Ce séminaire vise à sensibiliser les municipalités libanaises à adhérer à la Convention des Maires et de renforcer leurs capacités à calculer les émissions de base à effet de serre et à développer leur PAED.

Durant ce séminaire seront présentés :

- La Convention des Maires.
- Les outils d'évaluation des émissions de gaz à effet de serre adaptés au cas du Liban.
- L'étude d'évaluation des gisements d'évitement, des potentiels de réduction de déchets et des impacts environnementaux évités réalisée par l'ADEME.
- Le PAED de la municipalité de Hammana
- Le PAED de la fédération des municipalités du Chouf-Soueijany.
- Plan d'action pour sensibiliser les autres municipalités libanaises à adhérer à la Convention Des Maires.

Dans ce rapport, seront présentés en Français la méthodologie de développement du PAED et les PAED de la municipalité et la Fédération des municipalités choisies.

Ce rapport concernant l'action 4 est divisé en 3 parties :

- I. Outil SECAP-SSP
- II. Elaboration du « plan d'Action d'Energie Durable, PAED » de Hammana en utilisant SECAP-SSP
- III. Elaboration du « plan d'Action d'Energie Durable, PAED » de la Fédération des municipalités du Chouf-Soueijany en utilisant les outils classiques de CES-MED.

Il est à noter que les travaux de collecte de données et d'enquête sur le terrain ont été conduits par des étudiants de la Faculté de Génie de l'Université Libanaise (Jaafar Berjawi, Imad Aoun et Elie Wehbe) supervisés par Docteur Mazen Ghandour (Université Libanaise), Madame Sabine Saad (Doctorante, USJ/UL), Professeur Marwan Brouche (Université Saint-Joseph) et Professeur Adel Mourtada (ALMEE).

Résumé

Alors que les stratégies d'atténuation et d'adaptation au changement climatique sont aujourd'hui le problème le plus important au monde, le Liban, un des pays du sud de la Méditerranée, tente d'élaborer un plan intégré de développement urbain, d'approvisionnement énergétique et de gestion de l'environnement. Pendant des années, l'autorité centrale au Liban a été incapable de fournir une production et une distribution régulières d'énergie électrique ou même d'investir dans les ressources renouvelables existantes. Cela a conduit les autorités ou communes locales, à concevoir leurs propres plans malgré le manque de données précises et l'absence de mesures d'accompagnement initiées par l'Etat. Dans le cadre de l'adhésion à la Convention des Maires (CdM) dans la région sud de la Méditerranée à travers le programme CES-MED, il a été constaté que plusieurs candidats libanais souhaitent s'engager dans la Convention mais sont obstrués par de nombreux obstacles que nous avons mis en évidence et évalué dans ce rapport. Le document présente également une étude de cas complète de l'Union des municipalités de Chouf-Soueijany englobant huit municipalités différentes. L'étude de cas établit que le calcul de la quantité totale d'émissions de gaz à effet de serre (GES) résultant de la consommation énergétique globale des 8 communes (l'Inventaire de Référence des Emissions ou IRE) permettra à la fédération de se conformer au CdM grâce à la mise en œuvre d'un Plan d'action pour l'énergie durable (PAED). Afin d'identifier la nature des entités émettrices de CO₂ dans le cadre de l'union communale, nous avons eu recours à la collecte de données sur site. L'absence de statistiques et de références officielles fiables a fait de la collecte de données et de la détermination d'une année de référence un obstacle important à la recherche. L'élaboration de ce PAED a abouti à bien connaître les lacunes des outils classiques du programme CES-MED. Ce travail a été réalisé avec la participation d'une équipe d'étudiants d'ingénierie de l'Université Libanaise, dans le cadre de leur Projet de Fin d'Etudes. Durant quatre mois, l'équipe de travail a exécuté plusieurs visites sur le terrain, réalisé des enquêtes pour bien connaître les consommations énergétiques, les sources d'émissions des GES ainsi que les ressources renouvelables. Ce travail s'est révélé difficile à cause de l'absence des données ainsi que la faible reconnaissance de l'importance de telle politique auprès élus municipaux. Il est nécessaire de mentionner que ce PAED n'était pas soumis à la CdM à cause des élections municipales effectuées lors de sa préparation, et que le nouveau conseil de la fédération n'a pas encore pris la décision d'adhésion pour le moment (à cause des implications financières dans les budgets municipaux).

Sommaire

Préface.....	2
Résumé.....	4
Liste des tableaux.....	6
Liste de figures.....	6
Nomenclature.....	7
I. Introduction.....	9
II. Méthodologie.....	10
III. Données de l'Etude de Cas.....	11
1. Informations générales à propos de l'union des municipalités du Chouf-Soueijany.....	11
2. Engagement et politiques au niveau local	13
3. Engagement et politiques au niveau national.....	13
4. Engagement et politiques au niveau international.....	14
IV. Inventaire de Référence des Emissions (IRE).....	14
1. Consommation totale d'Electricité.....	14
2. Facteurs d'Emissions des GES.....	15
3. Inventaire du Secteur des Bâtiments.....	15
a. Inventaire du Secteur des Bâtiments Municipaux.....	15
b. Inventaire du Secteur des Bâtiments Tertiaires.....	16
c. Inventaire du Secteur des Bâtiments Résidentiels.....	16
d. Inventaire d'Eclairage Public.....	16
4. Inventaire du secteur de Transport.....	17
5. Inventaire des générateurs privés.....	17
6. Inventaire de Référence des Emissions.....	17
a. Bilan de consommation d'énergie (MWh) par année de référence.....	17
b. Bilan des émissions des GES (tCO ₂ -eq) par année de référence.....	19
c. Croissance des émissions de l'année de base vers l'année 2020.....	21
d. Les parts des émissions	21
V. Plan d'Action à Energie Durable (PAED) de Chouf-Soueijany.....	22
1. Stratégie globale du PAED (SECAP).....	22
a. Cibles et objectifs	22
b. Aspects organisationnels et financiers.....	22
2. Les mesures durables.....	22
a. Liste des mesures durables.....	22
b. Tableau-Matrice PAED (SECAP).....	24
c. Mesures en détails.....	25
d. Résultats et discussion.....	26
VI. Conclusion.....	27
Référence.....	27

Liste des tableaux

- Tableau 1. Données essentielles du territoire du Chouf- Soueijany.....
- Tableau 2. Consommation annuelle totale d'Electricité EDL de la Fédération Chouf-Soueijany
- Tableau 3. Facteurs d'émissions des GES
- Tableau 4. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂eq/an) du secteur des Bâtiments Municipaux de la Fédération Chouf-Soueijani.....
- Tableau 5. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂eq/an) du secteur des Bâtiments Tertiaires de la Fédération Chouf-Soueijany
- Tableau 6. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂-eq/an) du secteur des Bâtiments Résidentiels de la Fédération Chouf-Soueijany
- Tableau 7. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂-eq/an) du secteur de l'Eclairage Public de la Fédération Chouf-Soueijany
- Tableau 8. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂-eq/an) du secteur de Transport de la Fédération Chouf-Soueijany
- Tableau 9. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂-eq/an) Générateurs Privés de la Fédération Chouf-Soueijany
- Tableau 10. Bilan de consommation d'énergie (MWh) du Chouf-Soueijany par année de référence
- Tableau 11. Activité humaine dans tous les secteurs à Chouf-Soueijany: Consommation d'énergie [MWh / année de référence]
- Tableau 12. Bilan des émissions de CO₂-Eq (tonnes) du Chouf-Soueijany par année de référence
- Tableau 13. Liste d'actions du PAED du Chouf-Soueijany
- Tableau 14. Tableau PAED (SECAP) du Chouf-Spueijany
- Tableau 15. Tableau 15. Sommaire de résultats du PAED du Chouf-Soueijany

Liste de figures

- Figure 1. Les parts des émissions par secteur

Nomenclature

ALMEE : Association Libanaise pour la Maitrise de l'Energie et pour l'Environnement

BAC : Budget Allocation Chart

BEI : Banque Européenne d'Investissement

BM : Bâtiments Municipaux

BR : Bâtiments Résidentiels

BT : Bâtiments Tertiaires

CCR : Centre Commun de Recherche

CdM : Convention des Maires

CES-MED : Cleaner Energy Saving Mediterranean Cities

CH4 : Méthane

CO : Monoxyde de carbone

COP : Conference Of the Parties

CO₂ : Dioxyde de carbone

Ecl : Indicateur Economique

EDL : Electricité du Liban

ELENA : European Local Energy Assistance

Enl : Indicateur Environnemental

GEC : Générateurs Electriques Communs

GEP : Générateurs Electriques Privés

GES : Gaz à Effet de Serre

H : Hydrogène

IRE : Inventaire Référence des Emissions

KWh : Kilowattheure

LARI : Institut libanais de recherche agricole

LCEC: Lebanese Center for Energy Conservation

m²: mètre - carré

MPL : Municipal Public Lighting

MWh : Mégawattheure

NEEAP: National energy efficiency action plans

N2O : Protoxyde d'azote

PAED : Plan d'Action en faveur de l'Energie Durable

PV : Photovoltaïque

SAAF : Secteur Autre Agriculture et Forestier

SAGD : Secteur Autre Gestion des Déchets

SBE : Secteur Bâtiment Enveloppe

SBEEMGEP : Secteur Bâtiment Enveloppe Electromécanique Génération d'Electricité Public

SBEM : Secteur Bâtiment Electromécanique

SBEMP : Secteur Bâtiment Electromécanique Public

SBGE : Secteur Bâtiment Génération d'Electricité

SECAP-SSP: Sustainable Energy and Climate Action Pan – Self Sufficient Program

STPb : Secteur Transport Public

SUVs : Sport Utility Vehicles

TRI : Taux de Rentabilité

UE : Union Européenne

UN : United Nations

UNDP : United Nations Development Programme

USAID: United States Agency for International Development

I. Introduction

Le Plan d'action pour l'énergie durable (PAED) de l'Union des municipalités de Chouf-Soueijany pourrait être l'une des rares réalisations dans le sud de la Méditerranée, et en particulier au Liban. Le CES-MED (Cleaner Energy Saving Mediterranean Cities) a fourni une formation, une assistance technique, des séminaires de renforcement des capacités, des services d'assistance et des manuels de préparation du PAED (en anglais, arabe et français) à un nombre considérable de municipalités du sud de la Méditerranée. Au Liban, 3 villes ont été sélectionnées en premier (Beyrouth, Baakline et Qab Elias) et leurs PAED ont été préparés avec le soutien du CES-MED. D'autres municipalités (comme Menjez et Ashkout) se sont jointes plus tard et ont préparé leurs propres plans sous la direction du projet ou le « Kit d'information pour développer des PAED » [1] considéré comme un outil efficace pour améliorer les politiques et systématiser la préparation et le financement des PAED. Le projet CES-MED a conçu un guide d'auto-assistance pour les communes souhaitant mettre en œuvre une politique énergétique durable. C'est une méthode étape par étape qui les aide à atteindre leurs objectifs d'énergie durable sans le soutien total du CES-MED. Néanmoins, ces outils n'ont pas toujours été suffisants car certaines villes sélectionnées au début du programme n'ont pas remis leurs plans. Quant à la méthodologie, elle a été entravée par plusieurs limitations telles que l'absence de valeurs concernant les facteurs d'émission dans l'empreinte carbone de référence spécifiée pour chaque pays. Pour établir l'inventaire des émissions de référence (IRE), les autorités locales ont dû s'appuyer sur des données inexacts qui ont généré des résultats inexacts. En outre, la méthodologie ne permettrait à aucune autorité souhaitant adhérer sans aucune assistance technique du CES-MED d'identifier et de déterminer la performance de chaque mesure clairement répertoriée par sa priorité d'EE et son coût d'investissement associé [2].

D'autres villes et villages ont été soutenus par le programme régional « Projets de démonstration urbaine durable » (SUDEP Sud) pour mettre en œuvre des actions d'énergie durable qui permettraient de relever les défis locaux du développement durable tels que l'efficacité énergétique, la sécurité de l'approvisionnement énergétique et la croissance économique durable. Cependant, ces projets n'ont pas réussi à contribuer aux ambitions d'atténuation et à la réduction des émissions de GES au niveau national au cours des dernières années. L'impact global de ces projets n'affecte pas directement les réalisations nationales en matière de stratégies et politiques énergétiques, en particulier au Liban. Cela est particulièrement évident en l'absence de lois appropriées pour l'atténuation et la production d'énergie propre ainsi que la faible prise de conscience de ces problèmes aux niveaux individuel, collectif et municipal.

En traitant la consommation d'énergie et la réduction de la facture énergétique comme des priorités stratégiques pour la commune municipale, le PAED établi dans cette étude sera à terme considéré comme un outil de développement pour la fédération. Il propose huit petites actions-solutions simples qui donneraient des résultats immédiats. L'objectif global de ce PAED est d'accélérer la décarbonisation du territoire de l'Union, de renforcer sa capacité à s'adapter à l'impact inévitable du changement climatique et de permettre à ses citoyens d'accéder à une énergie sûre, durable et

abordable. L'objectif quantitatif de ce PAED est d'atténuer les émissions de carbone avec une réduction totale de 54 404 tCO₂-éq [3].

II. Méthodologie

Les outils méthodologiques et techniques adoptés dans le cadre de la CdM, ciblant principalement leurs objectifs de réduction des émissions de CO₂, d'économie d'énergie et d'utilisation de sources renouvelables, en collaboration avec les 8 communes locales de la Fédération se répartissent en deux catégories : (i) Mise en place de l'IRE et (ii) le développement du PAED.

La création de l'IRE de la Fédération évaluera sa situation de base par rapport au calcul des émissions de GES. Elle quantifie la quantité de CO₂ émise en raison de la consommation d'énergie sur le territoire de ces collectivités locales en 2015, année de référence choisie pour notre étude de cas car pas de données pour dresser un inventaire pour 1990 (année de référence recommandée par la CdM, à choisir l'année la plus proche pour laquelle les données les plus complètes et fiables pouvant être collectées) [4]. La méthode de collecte appliquée dans cette étude de cas est des données ascendantes, car elles sont considérées au niveau local et sont tirées d'un mélange de différentes sources telles que les services des municipalités, les bases de données et archives existantes et les statistiques nationales. Chaque fois que les données n'étaient pas disponibles, des enquêtes et des estimations étaient réalisées (enquête sur la consommation d'énergie dans un échantillon représentatif de logements résidentiels, comptage des voitures sur les routes principales, etc.). Une fois les échantillons sélectionnés dans la base de données des inventaires d'émissions de référence, un ensemble de données fiables sera produit grâce à une procédure statistique dans laquelle des hypothèses de calcul ont été appliquées lorsque nécessaire (coûts énergétiques, consommation unitaire des bâtiments, etc.) pour obtenir la consommation énergétique globale. En analysant la consommation par type d'énergie et par secteur, les émissions permettront d'identifier les secteurs les plus consommateurs et / ou émetteurs et indiqueront ainsi l'action d'atténuation appropriée.

Les approches d'atténuation et d'adaptation au changement climatique sont de nouvelles tendances au Liban, il n'y a pas de mesures sérieuses pour réduire la consommation d'énergie, diminuer les combustions d'énergie conventionnelles et adopter les ressources d'énergie renouvelable propre. Toutes les politiques énergétiques fixées par l'autorité nationale peuvent échouer lorsqu'il n'y a pas de lois sur la conservation de l'énergie imposées par le parlement qui aideraient à promouvoir les initiatives d'économie d'énergie et que la production / distribution d'électricité est exclusive pour une institution avec l'interdiction législative de toute autre décision décentralisée en ce problème. La mise en œuvre de codes et de réglementations par les autorités locales dans le secteur du bâtiment avec des exigences plus strictes que les exigences nationales aura amélioré l'efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment et favorisera l'utilisation de sources renouvelables pour le chauffage et la climatisation des locaux, contribuant ainsi à la réduction totale estimée des émissions de GES. Telles sont les principales contraintes et difficultés auxquelles pourrait faire face la mise en œuvre de toute action en faveur de la durabilité. Pour développer et mettre en œuvre le PAED de notre étude de cas, nous utilisons certaines

des mesures développées à travers différents projets et initiatives dans le cadre de la Convention des maires dans les villes européennes ainsi que dans les villes du sud de la Méditerranée. Nous avons étudié la performance environnementale de chacun dans le cadre d'une démarche globale à atteindre par la détermination de la performance énergétique, du bénéfice environnemental et du coût d'investissement associé pour chaque mesure. Parallèlement à ces mesures, des campagnes de sensibilisation et d'information mobiliseront l'intérêt du public pour l'énergie durable et créeront un large soutien politique et social pour la mise en œuvre du PAED, car il contribue à hauteur de 26% à la réduction totale estimée des émissions de GES d'ici 2020 au rapport du Centre commun de recherche (JRC) [5]. Des indicateurs quantitatifs tels que les coûts (en \$ / an), les économies d'énergie (en MWh / an), la production d'énergie propre (en MWh / an) et la réduction estimée des émissions d'équivalent CO₂ (en tonnes / an) sont les instruments permettant de mesurer l'impact de chaque action en clarifiant les avantages économiques / environnementaux.

Une fois l'IRE élaboré et le PAED déterminé, il est nécessaire d'être approuvés par les conseils municipaux pour la validation ensuite de les soumettre un an après l'adhésion des Signataires à la CdM et de remplir en ligne la "Matrice PAED". Dans le cas des partenaires multiples qui est notre cas, le groupe de villages voisines joignant la CdM pourra élaborer un PAED commun ainsi qu'un IRE commun, mais chaque village doit remplir sa propre matrice.

III. Données de l'Etude de Cas

1. Informations générales à propos de l'union des municipalités du Chouf-Soueijany

L'union des municipalités du Chouf-Soueijany comprend 8 municipalités en excluant Baakline ayant préparé leur propre PAED. Atrine, Ain W Zein, Ainbal, Baaqline, Gharifeh, Jdaideh (Shouf), Kahlouniyeh, Mazraat El Shouf, Semqaniyeh étaient les 8 autorités ambitieuses d'accomplir à long-terme une politique en énergie afin d'améliorer la qualité de vie de leurs habitants. Cette union, fondée en 1979, est localisée au Chouf au gouvernorat du Mont-Liban à environ 45 km de Beyrouth et particulièrement son centre administratif à Baakline. Répandue sur 5280 hectares, elle est assise au cœur des montagnes avec 64200 habitants distribués sur 9070 ménages. Une majorité des villageois dépends de l'agriculture en considérant les différentes sources d'eau et rivières y présentes et la zone forestière répandue. Sans oublier, un grand hôpital situé à Ain W Zein semble être un centre d'intérêt à la région, ainsi que les écoles et les centres de service.

En considérant 2015 comme année de base, l'Union de Chouf-Soueijany émet 226,96 ktCO₂-eq en se référant à la méthodologie de l'inventaire des émissions (IRE) recommandée par la CdM, ces émissions devraient croître à 270,084 ktCO₂-eq en 2020 si aucune action est mise en œuvre.

Une série de 8 mesures, que nous avons développée dans le cadre de cette recherche, a constitué le PAED de l'Union et qui devait engendrer une réduction des émissions de 20,2% par rapport à l'année

de base [6].

Le Chouf-Soueijany est un terrain répandu constitué de zones forestières vastes, des espaces urbaines, d'autres cultivées dont un nombre considérable de villageois dépendent (surtout à Ain w Zein), de la rivière Birsi (Awali) ainsi que plusieurs sources d'eau. Un grand nombre de caves nommés "Kouroum el Qarya" ou "Vines Village" situés à la colline du village Ainbal. Le climat y est modéré avec une température annuelle moyenne autour de 15°C et des précipitations annuelles de 1213 mm. La surface, la population et le nombre de ménages des différents villages sont donnés dans le tableau 1.

	Surface (Hectare)	Population	# de ménages
Atrine	360	1500	200
Ain W Zein	500	1700	350
Ainbal	370	6000	350
Gharifeh	1665	9500	700
Jdaideh (Chouf)	380	30000	5000
Kahlouniyeh	375	2400	270
Mazraat El Chouf	1100	10000	700
Semqaniyeh	530	8500	1500

Tableau 1. Données essentielles du territoire du Chouf-Soueijany

Aujourd'hui, en Méditerranée, chaque personne dispose de moins de 1000 m³ d'eau par an (en comparant avec la moyenne mondiale de 7000 m³ /an/ habitants), et que selon les prévisions du Plan bleu à l'horizon 2025, les 500 millions personnes des pays méditerranéens disposeront de moins de 500 m³ d'eau/an. Au Liban comme au monde, le changement climatique renforce de multiples pressions sur cette ressource. La diminution de cette ressource et sa dégradation peuvent faire redouter dans un futur proche des conflits d'usage. D'où l'intérêt de réfléchir et d'agir pour une bonne gestion de l'eau autour de la Méditerranée en général et au Liban en particulier alors que celui-ci est un réservoir d'eau pour le Moyen-Orient.

Quant au soleil, étant une région très ensoleillée, et en se référant sur les études de l'ALMEE (basées sur l'Atlas Climatique du Liban et celui du monde), l'irradiation globale est considérée en moyenne de 4,8 kWh/m²/jour [7].

Dans la zone Chouf, on estime que la vitesse du vent est d'environ 5 m/s [8] équivalent à un potentiel électrique de 150 W/m² si un éolien de 10m hauteur de turbine y est installé.

La biomasse à Chouf est considérable avec les surfaces spacieuses vertes ainsi que la production journalière des déchets.

L'électricité fournie par l'Electricité du Liban (EDL) dans cette région est limitée avec des périodes d'interruption qui pourra atteindre 20 heures par jour dans certains jours de l'année. En moyenne cette région souffre de 50% de coupure qui n'est pas couverte que par les générateurs privés âgés de plus de 15 ans, à faible efficacité, haute pollution et émettant de bruit de niveau sonore très élevé, sans oublier le coût relativement élevé pour l'abonné qui pourra arriver au-delà de 100 USD par mois (pour un abonnement de 5 ampères).

2. Engagement et politiques au niveau local

Pour facilement intégrer les mesures éventuelles et nécessaires, il faut bien identifier les politiques municipales locales et régionales ainsi que les plans, les procédures et les réglementations affectant la consommation d'énergie au territoire de la fédération.

Au Chouf-Souejjany, il n'y a aucune politique ou engagement local officiel pris par la Fédération sur le développement durable.

3. Engagement et politiques au niveau national

Au niveau national, il existe des obstacles qui entravent les applications des énergies renouvelables [9]. Bien que le gouvernement du Liban a pris un engagement national en 2010 d'atteindre les objectifs en matière d'énergie renouvelable et de réduire la croissance de la demande. Cet engagement a été pris lors de la COP15 de Copenhague en 2009, puis clairement reconnu par le gouvernement libanais dans la déclaration du Conseil des ministres de 2010. Lors de la COP15 à Copenhague, en réponse à l'augmentation des concentrations de carbone dans le monde, le gouvernement du Liban s'est engagé à atteindre une part de 12% d'énergie renouvelable dans son mix énergétique d'ici 2020. La Déclaration de Copenhague a ensuite été mentionnée dans le document d'orientation du secteur de l'énergie et adopté par le Conseil des ministres en 2010 au Liban. Les engagements du gouvernement du Liban sont fixés pour 2020, visant à atteindre 12% d'énergie renouvelable (dans son mix énergétique « thermique et électrique ») et à réduire la demande totale en énergie d'au moins 5%.

Afin de définir un plan d'action pour la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables permettant d'atteindre le nouvel engagement et les nouveaux objectifs, un plan d'action national axé sur les énergies renouvelables (NEEAP) a été élaboré par le LCEC et le ministère de l'Énergie et de l'Eau et adopté par le gouvernement du Liban en tant que document directeur qui décrit les étapes et la feuille de route pour atteindre l'objectif. Le NEEAP est un document officiel comprenant 14 initiatives nationales ouvrant la voie à une approche structurée pour atteindre l'objectif national de 12% d'énergie renouvelable d'ici 2020. Il décrit les mesures de conservation de l'énergie à prendre dans le pays pour réduire les besoins énergétiques nationaux. Il vise à renforcer le rôle du secteur public afin d'améliorer la fourniture d'informations et de conseils aux utilisateurs finaux et aux consommateurs, ainsi que le développement de l'énergie solaire, éolienne et hydraulique. : l'adoption de la loi sur la conservation de l'énergie; l'interdiction des lampes à incandescence; l'élaboration de mécanismes de financement pour les projets d'efficacité énergétique; et enfin le renforcement du rôle du LCEC en tant

qu'agence nationale de l'énergie pour le Liban (malgré que sa légitimité institutionnelle n'est pas reconnue). Le premier plan d'action national pour l'environnement du Liban publié en 2011 comprend quatre mesures d'efficacité énergétique et six mesures d'énergie renouvelable, en plus de quatre mesures liées au financement et à la sensibilisation. Cependant, par manque d'accompagnement réglementaire et financier et pour raison de non existence de suivi et d'évaluation le NEEAP (2011-2015) n'a pas pu atteindre ses objectifs et le NEEAP (2016-2020) peine à les atteindre.

4. Engagement et politiques au niveau international

À l'exception de l'engagement pris par la municipalité de Baakline dans la Convention des Maires, il n'y a aucune politique ou engagement local officiel pris par la fédération sur ce front.

IV. Inventaire de Référence des Emissions (IRE)

L'élaboration de l'IRE permettra de connaître la situation locale en matière d'énergie et des émissions des GES, en identifiant la nature des sources principales - causées par l'homme - émettrices de CO₂ équivalents des GES et la quantification des émissions sur le territoire de juridiction de la fédération des municipalités pour l'année de référence 2015 (année dont les différentes bases de données sont disponibles). Il comprend l'ensemble des secteurs à émissions importantes: Bâtiments (résidentiels, municipaux et tertiaires), Equipements (Transport privé, public et flottes municipales), Infrastructures (Eclairage public), Industrie (comme l'action sur ce secteur est facultative dans la CdM ce secteur n'y sera pas inclus), Production locale d'électricité (générateurs privés et énergie renouvelable), Aménagement du territoire, Urbanisme (qui pourront Influencer sur la consommation d'énergie à long terme), Marchés publics des produits et services (performants de point de vue énergétique) et d'autres. Les coefficients des émissions seront utilisés similairement à ceux développés par le JRC et utilisés dans le projet CES-MED. Une fois les émissions sont clairement estimées l'objectif de réduction pourra être définitivement déterminé.

1. Consommation totale d'Electricité

La consommation totale de l'électricité d'après le réseau national EDL (en énergie finale et primaire) est estimée dans le tableau 2 et précisée par secteur. Notons que le rapport Energie primaire/Energie finale de l'EDL est estimé 3,3 [10].

Union Chouf-Soueijany	Consommation d'électricité finale [MWh]	Consommation d'électricité primaire [MWh]
Bâtiments Municipaux	9,96	32,87
Bâtiments Tertiaires	2232,05	7365,76
Bâtiments Résidentiels	40247,067	132815,3
Lampadaires publics	3258	10751,4

Total Electricité	45747,08	150965,4
-------------------	----------	----------

Tableau 2. Consommation annuelle totale d'Electricité EDL de la Fédération Chouf-Soueijany

En outre, la production d'électricité des générateurs privés de l'Union est estimée 26400 MWh en énergie finale et 71987 MWh en énergie primaire en considérant que le rendement des GEC en moyenne est estimé 3,66 [10].

2. Facteurs d'Emissions des GES

Dans le tableau 3, les facteurs d'émissions des GES seront précisés et justifiés :

Type de Consommation	Facteurs d'Emission	Justification
Electricité EDL	0,65 (kgCO ₂ eq / kWh)	Selon les données du Ministère Libanais d'Environnement
Electricité Générateurs Diesel Privés	1,15 (kgCO ₂ eq / kWh)	Varie entre 0,98 et 1,63 kg CO ₂ /kWh - la moyenne finale est considérée 1,15 en utilisant le facteur IPCC égal à 3,807 kg CO ₂ par litre Diesel [11]
Moteur Gazoline Petite et Moyenne Voiture	0,22 (kgCO ₂ /km parcouru)	Varie entre 0,19 et 0,25 kg CO ₂ / km parcouru Consommation: 7,8 – 10,7 Litres /100km [12]
Moteur Gazoline Grande Voiture	0,27 (kgCO ₂ /km parcouru)	Varie entre 0,22 et 0,31 kg CO ₂ / km parcouru Consommation : 9,4 – 13,1 Litres /100km [12]
Moteur Diesel Moyen Camion (Pick-up)	0,29 (kgCO ₂ /km parcouru)	Varie entre 0,25 et 0,33 kg CO ₂ / km parcouru Consommation: 10,7 – 13,8 Litres /100km [12]
Moteur Diesel Grand Camion (Pick-up)	0,34 (kgCO ₂ /km parcouru)	Varie entre 0,31 et 0,37 kg CO ₂ / km parcouru Consommation: 13,1 – 15,7 Litres /100km [12]
Bus Diesel	1,03 (kgCO ₂ /km parcouru)	Consommation: 35,1 Litres /100km [12]
Déchets Municipaux DM	0,05 kgCH ₄ /kg DM	[13]
Traitement des eaux usées	3,50 kg CH ₄ /habitat /an	[14]

Tableau 3. Facteurs d'émissions des GES

3. Inventaire du Secteur des Bâtiments

a. Inventaire du Secteur des Bâtiments Municipaux

La consommation énergétique primaire des bâtiments municipaux est listée dans le tableau 4. Cela comprend tout bâtiment relié directement à l'autorité locale, à l'armée, au défense civil et les bâtiments religieux.

Bâtiments municipaux	Electricité EDL	Gaz Liquide	Diesel	Charbon	Solaire thermique
[MWh/an]	32,87	11,91	81,04	0	0
Total = 125.82 MWh/an					
[tCO ₂ /an]	21,35	2,43	21,41	0	0

Total = 45,191 tCO ₂ -eq/an

Tableau 4. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂eq/an) du secteur des Bâtiments Municipaux de la Fédération Chouf-Souejjani

b. Inventaire du Secteur des Bâtiments Tertiaires

Ce secteur comprend les bâtiments commerciaux : les écoles, les stations de gaz, les restaurants, les boulangeries, les marchés, les hôpitaux, les hôtels et les systèmes de pompage. Leur total de consommations et émissions est donné dans le tableau 5.

Bâtiments tertiaires	Electricité EDL	Gaz Liquide	Diesel	Charbon	Solaire thermique
[MWh/an]	7365,765	82,49	5353,344	0	0
Total = 12801.599 MWh/an					
[tCO ₂ /an]	4787,74	16,83	1414,55	0	0
Total = 6219,119 tCO ₂ -eq/an					

Tableau 5. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂eq/an) du secteur des Bâtiments Tertiaires de la Fédération Chouf-Souejjany

c. Inventaire du Secteur des Bâtiments Résidentiels

La consommation énergétique du secteur des bâtiments résidentiels est collectée à partir des échantillons des unités résidentielles représentant en moyenne tous les types de bâtiments de point de vue surface, appartement et maison et listée dans le tableau 6 ainsi que la somme des émissions.

Bâtiments résidentiels	Electricité EDL	Gaz Liquide	Diesel	Charbon	Solaire thermique
[MWh/an]	132815,3	15915,08	35885,8	12045	913,92
Total = 197575,12 MWh/an					
[tCO ₂ /an]	86329,95	3246,26	9482,37	4697,55	0
Total = 103756,127 tCO ₂ -eq/an					

Tableau 6. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂-eq/an) du secteur des Bâtiments Résidentiels de la Fédération Chouf-Souejjany

d. Inventaire d'Eclairage Public

La consommation des lampes de l'éclairage public est collectée à partir des factures de l'éclairage publique de chaque municipalité et pourra être vérifiée par un simple calcul des heures d'éclairage en considérant les périodes de coupures de l'EDL et les multiplier par la puissance de chaque lampe ainsi que par le nombre des lampes. L'inventaire est donné dans le tableau suivant :

Eclairage public	Electricité EDL
[MWh/an]	10751,4
[tCO ₂ /an]	6988,41

Tableau 7. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂-eq/an) du secteur de l'Eclairage Public de la Fédération Chouf-Souejjany

4. Inventaire du secteur de Transport

Ce secteur comporte la flotte municipale, le transport privé et public. Pour la flotte municipale, les véhicules concernés sont les voitures, les petits et les grands camions, la transportation des déchets, les voitures de police et les voitures des pompiers. La distance parcourue par chaque véhicule par semaine et les émissions moyennes sont estimées. Pour le transport privé et commercial, cela comporte les voitures privées dans toute la fédération de tout type aussi bien que pour les voitures qui traversent la région. Pour les véhicules commerciaux, on précise les véhicules qui transportent les produits vers le territoire de la fédération. Pour le transport public, il n'est pas disponible sur le territoire de la fédération du Chouf-Soueijany. L'inventaire de la consommation en énergie primaire du secteur transport est donné dans le tableau 8 :

Transport	Diesel	Gasoline
Flotte municipale		213,84 MWh/an
Privé	986,822 MWh/an	63504 MWh/an
Public		
Total : 64704,6624 MWh/an		
Flotte municipale		54,04 tCO ₂ -eq/an
Privé	260,76 tCO ₂ -eq/an	16048,58 tCO ₂ -eq/an
Public		
Total : 16363,3857 tCO ₂ -eq/an		

Tableau 8. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂-eq/an) du secteur de Transport de la Fédération Chouf-Soueijany

5. Inventaire des générateurs privés

L'inventaire de la consommation en énergie primaire des générateurs privés et des émissions résultantes est donné dans le tableau 9 :

Générateurs privés	
[MWh/an]	71986.89
[tCO ₂ /an]	93582.5

Tableau 9. Consommation totale d'énergie (MWh/an) et Emissions (tCO₂-eq/an) Générateurs Privés de la Fédération Chouf-Soueijany

6. Inventaire de Référence des Emissions

a. Bilan de consommation d'énergie (MWh) par année de référence

Catégorie	CONSOMMATION PRIMAIRE D'ÉNERGIE [MWh]															
	Électricité	Chaleur/froid	Combustibles fossils							Énergies renouvelables					Total	
			Gaz naturel	Gaz liquide	Mazout de chauffage	Diesel	Essence	Lignite	Charbon	Autres combustibles fossiles	Huile végétale	Bio-carburants	Autres biomasses	Énergie solaire thermique		Énergie géothermique
BÂTIMENTS, ÉQUIPEMENTS/INSTALLATIONS ET INDUSTRIES:																
Bâtiments, municipaux	32,87	0	0	11,91	0	81,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125,82
Bâtiments tertiaires	7365,77	0	0	82,49	0	5353,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12801,59
Bâtiments résidentiels	132815,3	0	0	15915,08	0	35885,8	0	0	12045	0	0	0	0	913,92	0	197575,12
Éclairage public municipal	10751,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10751,4
Industries	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total	150965,4	0	0	16009,49	0	41320,18	0	0	12045	0	0	0	0	913,92	0	221253,94
TRANSPORTS:																
Parc automobile municipal	0	0	0	0	0	0	213,84	0	0	0	0	0	0	0	0	213,84
Transports publics	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transports privés et commerciaux	0	0	0	0	0	986,82	63504	0	0	0	0	0	0	0	0	64490,82
Sous-total transports	0	0	0	0	0	986,82	63717,84	0	0	0	0	0	0	0	0	64704,66
Générateurs	0	0	0	0	0	71986,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71986,9
TOTAL	150965,4	0	0	16009,48	0	114293,9	63717,8	0	12045	0	0	0	0	913,92	0	357945,49

Tableau 10. Bilan de consommation d'énergie (MWh) du Chouf-Soueijany par année de référence

Le tableau 11 donne la consommation totale d'énergie non renouvelable (émettrice) par secteur pour les différents villages de la fédération. Le secteur le plus consommateur du territoire est le secteur du bâtiment.

	Surface (Hectare)	Population	# de maison en été (max)	Consommation d'énergie [MWh/année de base] par secteur						
				Bâtiments Municipaux	Bâtiments Tertiaires	Bâtiments Résidentiels	Générateurs privés	Eclairage Public Municipal	Transport	Total
Ain w zein	500	1700	350	12	6083	2893	840	234	1715	11777
Ainbal	370	600	350	8	106	4209	960	50	3520	8853
Atrine	360	1500	200	4	89	1616	960	70	1626	4365
Gharife	1665	9500	700	8	126	7216	1200	209	5734	14493
Jdeidit chouf	380	30000	5000	18	458	48550	7200	1890	30592	88708
Kahlounyeh	375	2400	270	7	65	2773	840	45	2651	6381
Mazraat chouf	1100	10000	700	36	142	13296	2400	495	8682	25051
Smkanyyeh	530	8500	1500	11	599	23436	12000	216	10183	46445
Pourcentage de consommations par secteur				0.05%	3.72%	50.46%	12.81%	1.56%	0.05%	31.40%

Tableau 11. Activité humaine dans tous les secteurs à Chouf-Soueijany :
Consommation d'énergie [MWh / année de référence]

b. Bilan des émissions des GES (tCO₂-eq) par année de référence

Catégorie	Émissions de CO ₂ [t]/ émissions d'équivalents CO ₂ [t]															
	Électricité	Chaleur/froid	Combustibles fossiles								Énergies renouvelables				Total	
			Gaz naturel	Gaz liquide	Mazout de chauffage	Diesel	Essence	Lignite	Charbon	Autres combustibles fossiles	Biocarburants	Huile végétale	Autres biomasses	Énergie thermique solaire		Énergie géothermique
BÂTIMENTS, ÉQUIPEMENTS/INSTALLATIONS ET INDUSTRIES:																
Bâtiments, municipaux	21,351	0	0	2,43	0	21,41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45,191
Bâtiments, tertiaires	4787,74	0	0	16,83	0	1414,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6219,119
Bâtiments résidentiels	86329,9	0	0	3246,26	0	9482,37	0	0	4697,55	0	0	0	0	0	0	103756,127
Éclairage public municipal	6988,41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6988,41
Industries	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sous-total	98127,5	0	0	3265,52	0	10918,33	0	0	4697,55	0	0	0	0	0	0	117008,847
TRANSPORTS:																
Parc automobile municipal							54,04									54,04115
Transports publics																0
Transports privés et commerciaux						260,76	16049									16309,3446
Sous-total transports	0	0	0	0	0	260,76	16103	0	0	0	0	0	0	0	0	16363,3857
AUTRES:																
Generators	0	0	0	0	0	93582,95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93582,9508
Total	98127,4	0	0	3265,52	0	104762	16103	0	4697,55	0	0	0	0	0	0	226955,184

Tableau 12. Bilan des émissions de CO₂-Eq (tonnes) du Chouf-Soueijany par année de référence

c. Croissance des émissions de l'année de base vers l'année 2020

L'inventaire de référence des émissions calculé quantifie les émissions totales de 226,96 ktCO₂-eq pour l'année de base 2015, donc un total de 270,084 ktCO₂-eq est prévue pour l'année 2020 si aucune intervention n'est effectuée. Notons que le coefficient des émissions des GES prévues à l'année 2020 relatif au Liban pour l'année de base 2015 est 1,19 d'après le guide de CES-MED [15].

d. Les parts des émissions

Les parts des émissions sont données par le graphe suivant :

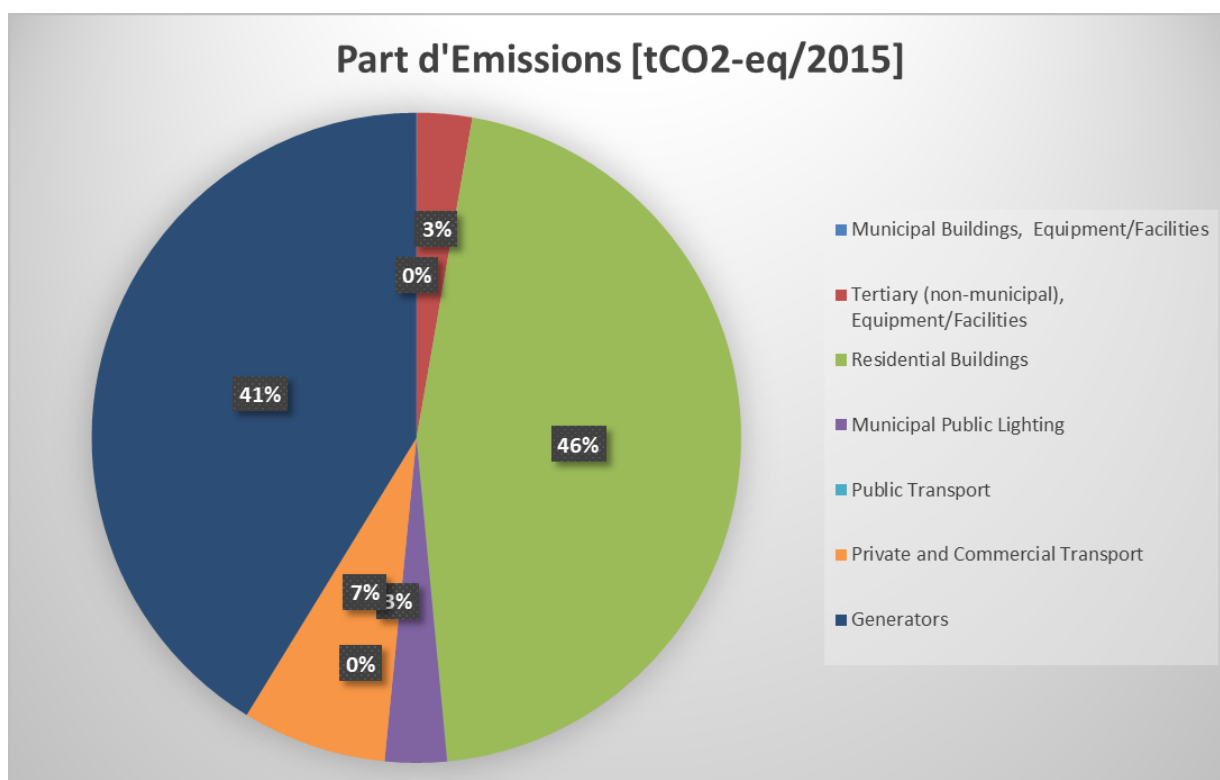


Figure 1. Les parts des émissions par secteur

Les émissions totales sont de 226955 tCO₂-eq par an à Chouf-Soueijany avec une contribution prépondérante du secteur du bâtiment suivi des générateurs privés comme la figure 1 et sur lesquels l'action doit être concentrée et dans lesquels des projets de réduction des émissions doivent être développés.

V. Plan d'Action à Energie Durable (PAED) de Chouf-Soueijany

1. Stratégie globale du PAED (SECAP)

a. Cibles et objectifs

La fédération du Chouf-Soueijany aura comme objectif de réduire 20.2% en 2020 en commençant de l'année de base 2015 et cela permettra d'atteindre l'objectif de la CdM. En nombre, les émissions seront 54403 tonnes CO₂-eq moins qu'attendues en 2020.

Le secteur du bâtiment étant le secteur le plus consommateur, des mesures devraient être prises pour réduire la consommation et utiliser les énergies renouvelables propres afin de réduire les émissions de CO₂. Il existe cinq actions qui encouragent l'atténuation dans les bâtiments, deux pour l'éclairage public et une pour la foresterie.

b. Aspects organisationnels et financiers

Afin d'officialiser les objectifs et la feuille de route visionnaire de la municipalité sur les questions énergétiques, les PAED devraient être discutés et approuvés en profondeur par l'Union des municipalités, dans ce qu'on appelle l'étape d'engagement politique, puis présentés à la CdM pour agrément (cas de la commune de Baakline).

La prochaine étape concerne la « mise en œuvre et le suivi ». Il s'agit d'un ensemble de mesures qui doivent être planifiées en détail et mises en œuvre afin d'atteindre les objectifs énergétiques fixés dans le PAED.

Pour y parvenir, les citoyens et les parties prenantes ont eu la possibilité de participer aux étapes clés du processus d'élaboration du PAED, qui comprenait la construction d'une vision, la définition d'objectifs et de cibles, l'établissement de priorités, etc. (cela comprenait plusieurs organismes officiels, un certain nombre de entreprises industrielles ou commerciales, ONG et firmes d'ingénierie régionales, entre autres). La participation des citoyens est également le point de départ pour initier les changements de comportement nécessaires pour compléter les actions techniques incarnées dans le PAED. C'est là que les communes interviennent avec le soutien d'ONG (comme ALMEE) et de l'Université libanaise (Faculté d'Ingénierie). Une convention a été signée avec l'Université libanaise à cet effet.

L'évaluation précise des coûts d'investissement est une activité importante qui est souvent sous-estimée. Une telle sous-estimation conduit souvent à une exclusion erronée des dépenses qui seront néanmoins engagées. Par exemple, certaines dépenses à prendre en compte comprennent les terrains, la technologie, les travaux électriques, les travaux de génie civil, le raccordement, les frais de démantèlement, les imprévus et les immobilisations incorporelles (notaire, conseillers, taxes, frais bancaires, développement, etc.). Dans ce projet, ces dépenses ont été prises en compte avec une estimation acceptable.

Les conditions requises pour la mise en œuvre du SEAP identifient clairement les investisseurs et le projet. Pour une institution financière, il est important de savoir qui exactement recevra son financement et de s'assurer que l'investisseur est bien conscient de l'objectif et des risques potentiels de la mesure d'énergie durable proposée et sait comment surmonter les problèmes potentiels. Les investisseurs potentiels sont la CdM, les municipalités et le secteur privé et le bailleur de fonds est le mécanisme financier de la BDL (Banque du Liban) NEEREAP.

L'équipe d'investissement fera appel à des partenaires commerciaux solides dotés de compétences et d'un savoir-faire spécialisés dans le domaine spécifique de ce projet. En outre, le gouvernement devrait mettre à la disposition des municipalités des instruments financiers spécifiques destinés à favoriser les investissements dans l'énergie durable (y compris ceux en matière d'EE) afin de soutenir la poursuite de la mise en œuvre généralisée de mesures énergétiques durables.

2. Les mesures durables

a. Liste des mesures durables

Les actions du PAED sont listées dans le tableau 13 avec la durée d'implémentation, le budget ainsi que leur correspondante réduction (quantité et source).

Action #	Mesure	Date d'implémentation (durée)	Budget [\$]	Réduction en émissions [tCO ₂ -eq]	% Réduction en émissions	Source de réduction
1	Remplacement des lampes de lampadaires de rue au sodium par des lampes LED à haute efficacité	2018 (1an)	147610	1334,594	1,13%	EDL-Diesel
2	Remplacement des ampoules résidentielles traditionnelles par des lampes LED à haute efficacité	2018 (1an)	317450	5209,443	4,41%	EDL-Diesel
3	Remplacement des chauffe-eau électriques traditionnels par des chauffe-eau solaires dans les ménages	2018 (2ans)	10884000	24213,876	20,49%	EDL-Diesel
4	Intégration de panneaux photovoltaïques comme source d'électricité dans les ménages stockés pour les périodes de coupures	2018 (2ans)	52615000	11295,343	9,56%	Diesel
5	Utilisation de la biomasse existante dans les forêts pour le chauffage	2018 (3ans)	192000	4656,6	3,94%	Charbon
6	Éclairage public de rue à énergie solaire	2018 (2ans)	7635000	4080,94	3,45%	EDL
7	Programme d'inspection de la maison	2018 (3ans)	4897800	3171,798	2,68%	EDL-Diesel
8	Forestation	2018 (3ans)	284310	440,681	0,37%	Charbon
			76973170	54403,275		

Tableau 13 : Liste d'actions du PAED du Chouf-Soueijany

b. Tableau-Matrice PAED (SECAP)

Secteurs et sous-secteurs	Actions (par secteur / sous-secteur)	Action#	Date d'implémentation	Budget [\$]	Economie en énergie [MWh/an]	% Energie économisée	Energie Renouvelable Produite [MWh/an]	% en Energie Renouvelable Produite	Réduction en émissions [tCO ₂ -eq/an]	%de réduction en émissions	Source de réduction
Bâtiments, Equipment/Facilités and Industries											
Bâtiments Résidentiels	Remplacement des ampoules résidentielles traditionnelles par des lampes LED à haute efficacité	2	2018	317450	5677,866	1,59%	0	0%	5209,44	4,41%	EDL-Diesel
	Remplacement des chauffe-eau électriques traditionnels par des chauffe-eau solaires dans les ménages	3	2018-2019	10884000	0	0%	28672,44	8,01%	24213,9	20,49%	EDL-Diesel
	Utilisation de la biomasse existante dans les forêts pour le chauffage	5	2018-2020	192000	11940	3,34%	0	0%	4656,6	3,94%	Charbon
	Programme d'inspection de la maison	7	2018-2020	4897800	3457	0,97%	0	0%	3171,8	2,68%	EDL-Diesel
Eclairage Public Municipal	Remplacement des lampes de lampadaires de rue au sodium par des lampes LED à haute efficacité	1	2018	147610	1454.598	0,41%	0	0%	1334,59	1,13%	EDL-Diesel
	Éclairage public de rue à énergie solaire	6	2018-2019	7635000	0	0%	1337,652	0,37%	4080,94	3,45%	EDL
Sous-Total			2017-2020	24073860	22529,46	6,29%	30010,09	8,38%	42667,2	36,11%	
Autres											
Générateurs Privés	Intégration de panneaux photovoltaïques comme source d'électricité dans les ménages stockés pour les périodes de coupures	4	2018-2019	52615000	0	0%	10268,49	2,87%	11295,3	9,56%	Diesel
Surfaces Publiques	Forestation	8	2018-2020	284310	0	0%	0	0%	440,681	0,37%	Charbon
Sous-Total				52899310	0	0%	10268,49	2,87%	11736,1	9,93%	
TOTAL				76973170	22529,47	6,29%	40278,59	11,25%	54403,2	46,10%	

Tableau 14 Tableau PAED (SECAP) du Chouf-Spueijany

c. Mesures en détails

- Action n ° 1 : Remplacement des ampoules de lampadaire au sodium par des lampes LED à haute efficacité

Cette mesure se déroulera dans le sous-secteur de l'éclairage public. La plupart des lampadaires installés sont des ampoules au sodium de 150 et 250 watts qui consomment une énorme quantité d'énergie avec une durée de vie de 20000 à 28000 heures. L'objectif de cette action est de remplacer ces éclairages à faible rendement par des lampes LED à haut rendement de 60 Watts (205 Btu / h) d'une durée de vie de 60000 heures qui réduiront l'énergie consommée par le sous-secteur de l'éclairage public. Cette action permettra de réduire les émissions de GES de 1334,5 tCO₂-eq après une économie de 1454,5 MWh / an d'électricité supposée fournie pour moitié par EDL et pour moitié par les producteurs privés pendant 12 heures / jour tout au long de l'année.

- Action n ° 2 : Remplacement des ampoules à incandescence résidentielles par des lampes LED à haut rendement

Cette mesure se déroulera dans le sous-secteur de la construction résidentielle. La plupart du temps, toutes les maisons utilisent des ampoules de 100 watts (341 Btu / h) qui seront remplacées par des lampes à DEL haute efficacité de 25 watts (85 Btu / h). Cela permettra d'économiser l'énergie consommée par les résidences 6 heures par jour pour environ 5678 MWh / an, dont la moitié est fournie par EDL et l'autre moitié par des groupes privés. Les émissions totales seront réduites de 5209 tCO₂-eq.

- Action n ° 3 : Remplacement des chauffe-eau électriques traditionnels par des chauffe-eau solaires dans les ménages

Cette mesure se déroulera dans le sous-secteur de la construction résidentielle. L'utilisation des radiateurs solaires est très timide dans cette région. Ainsi, l'installation de ces systèmes éliminera l'utilisation d'électricité et / ou de générateurs privés pour le chauffage de l'eau et utilisera l'énergie solaire propre renouvelable. Un chauffe-eau solaire d'une capacité de 200 litres (53 gallons) pour un ménage normal coûte 600 \$ avec une garantie de cinq ans donnée par un détaillant local et une durée de vie prévue de vingt ans. L'énergie renouvelable totale produite est estimée à environ 28672 MWh / an, soit une réduction de 24214 tCO₂-eq / an.

- Action n ° 4 : Intégrer les panneaux photovoltaïques comme source d'électricité dans les ménages stockés pour la panne d'électricité périodique

Cette mesure aura lieu dans le secteur des générateurs privés. L'installation photovoltaïque est quasi inexistante dans cette région. Ainsi, l'installation de ces systèmes réduira la dépendance à l'égard des générateurs privés pendant les heures de coupure EDL et les remplacera par l'énergie solaire renouvelable propre. Le système photovoltaïque dans notre cas est équipé de batteries et d'onduleurs au lithium-ion, il fonctionne pendant la période de panne électrique et les batteries se rechargent pendant les périodes normales. Un système photovoltaïque de 1000 Watts (3412 Btu / h) suffit pour remplacer le générateur électrique dans une résidence. Cette action générera environ 10268MWh / an et permettra d'économiser l'atmosphère de 11295 tCO₂-eq / an émis par les générateurs Diesel.

- Action n ° 5 : Utiliser la biomasse existante dans les forêts pour le chauffage

Le chauffage à la biomasse est considéré comme une énergie renouvelable efficace car une grande zone locale est couverte de forêts, privées et publiques. Un grand espace de bois séché était brûlé chaque année. Un centre de commerce et de logistique de la biomasse doit être créé dans la Fédération pour soutenir l'utilisation du bois local et sa distribution à des fins de chauffage puisque la majorité des habitants utilisent encore la méthode traditionnelle (poêle) pour chauffer les pièces à vivre. Cette méthode réduira l'émission d'incendies dans les forêts directement dans l'atmosphère et utilisera la chaleur de cette biomasse existante comme alternative au chauffage résidentiel. Cette réduction est estimée à environ 4657 tCO₂-eq / an. Le sous-secteur résidentiel est le principal bénéficiaire de cette mesure.

➤ Action n° 6 : Éclairage public à énergie solaire

L'éclairage public des rues consomme de grandes quantités d'électricité par an pour fournir un éclairage suffisant sur les routes intérieures Chouf-Souejjany et les autoroutes locales. Le passage à l'énergie solaire est une solution qui éliminerait le besoin d'alimentation en réseau, en particulier lorsqu'elle est conçue avec une autonomie et une alimentation de secours suffisantes. Secteur concerné : Éclairage public. Énergie renouvelable totale produite : 1338 MWh / an. Émissions totales réduites : 4081 tCO₂-eq / an.

➤ Action n° 7 : Programme d'inspection des maisons

Le programme d'inspection des maisons est un audit énergétique qui vise à visiter les ménages et à effectuer une évaluation de l'efficacité pour donner des recommandations sur les moyens de réduire la consommation d'énergie. Les équipes d'inspection des maisons seront équipées des outils nécessaires tels que des outils de mesure de puissance, une caméra infrarouge, des outils d'optimisation de la climatisation et autres. De plus, l'inspecteur fournira aux maisons des solutions pour éviter les pertes thermiques, les infiltrations et autres. De telles inspections conduisent à une meilleure isolation des bâtiments (remplacement des fenêtres, meilleure isolation des façades, isolation des toitures) ou à des dispositifs de chauffage efficaces, d'où des économies d'énergie dans les secteurs du bâtiment. Cette mesure se déroulera dans les secteurs de la construction résidentielle, non résidentielle et municipale. De plus, de nombreuses petites interventions dans les bâtiments publics conduiront aux mêmes résultats comme l'utilisation de lampes LED, l'installation de détecteurs de mouvement, le remplacement des climatiseurs à forte consommation d'énergie, la fixation des thermostats des climatiseurs, la maximisation de l'utilisation de la lumière du jour à travers les fenêtres, en réduisant autant que possible l'utilisation des lumières artificielles, en mettant les moniteurs de PC en mode veille pendant au maximum deux minutes, en éteignant l'onduleur et les imprimantes du PC lorsque vous quittez le travail et en minimisant l'impression autant que possible. Cette action devrait réduire de 10% la consommation finale d'énergie des sous-secteurs du bâtiment résidentiel, non résidentiel et municipal, estimée à environ 3457 MWh / an, évitant ainsi l'émission de 3172 tCO₂-eq par an.

➤ Action n° 8 : Afforestation

L'augmentation du nombre de forêts en plantant des arbres améliore les capacités des terres et le potentiel de séquestration et de stockage du carbone. Il améliore les conditions du sol, lutte contre la déforestation, réduit l'impact des émissions de CO₂ dans la fédération et fournit une ressource de biomasse durable. Cette mesure aura lieu dans le secteur public. En supposant que l'activité de reboisement couvrira 0,5% de la superficie avec 1800 arbres par hectare, la séquestration est estimée à environ 441 tCO₂ / an.

d. Résultats et Discussion

En mettant en œuvre cet ensemble complet d'actions, il sera possible d'atteindre l'objectif 2020 de réduction des émissions de GES de 20.2% par rapport aux tendances actuelles. Avec ces 8 actions et en référence au tableau-matrice, la réduction globale des émissions de GES résultant de toutes les mesures de durabilité proposées s'élève à 20.2%, égal à l'objectif fixé par la CdM à atteindre d'ici 2020 avec un coût global de 77 millions de dollars américains pour l'ensemble de la fédération. Dans le tableau 14, les indicateurs quantitatifs tels que les coûts (en \$ / an), les économies d'énergie (en MWh / an), la production d'énergie propre (en MWh / an) et la réduction estimée des émissions d'équivalent CO₂ (en tonnes / an) sont présentés pour indiquer l'impact de chaque action et quantifier les bénéfices économiques / environnementaux.

Comme pour le tableau 15 de résultats globaux quantitatifs :

Consommation d'énergie totale en 2015	357945	[MWh/year]
Emissions totales des GES en 2015	226955	[tCO ₂ -eq/year]
Coefficient national des GES (JRC des pays de Sud MED)	1.19	
Emissions totales de CO ₂ en 2020	270084	[tCO ₂ -eq/year]
Réduction totale des GES en 2020 si PAED est implémenté	54404	[tCO ₂ -eq/year]

Tableau 15. Sommaire de résultats du PAED du Chouf-Souejjany

VI. Conclusion

Ce projet fera de Chouf-Soueijany un modèle de municipalités durables au Liban. Il améliorera la qualité de vie vers un environnement plus sain, plus sûr et plus vivable en réduisant les dépenses d'énergie et les émissions de GES. Il encouragera des programmes de logement à faible consommation d'énergie et des factures d'énergie réduites, sensibilisera les citoyens, renforcera, intégrera et promouvra l'EE et gèrera l'installation de systèmes d'énergie renouvelable et durable. Ce PAED sera considéré comme un outil de développement pour la région Sud-Méditerranée. Sans doute, établir le PAED du Chouf-Soueijany avec les outils classiques du programme CES-MED était une tâche difficile à réaliser et nécessitait une recherche approfondie dans les guides appropriés. Mais le PAED a été réalisé malgré tout. Un tel travail exige des experts en énergie et en environnement. Quant aux données appropriées pour la Fédération, et comme ces valeurs ne sont pas disponibles, il a été nécessaire de les chercher d'après différentes références. La collecte des données était également difficile en se basant sur des données peu fiables, de même pour les données climatiques et le potentiel du territoire en énergies renouvelables. La méthode classique ne permettait pas de choisir et analyser les actions durables à prendre selon des critères économiques et environnementaux, et ne présente pas une démarche permettant de savoir quelle(s) mesure(s) à considérer comme priorité.

En d'autres termes, c'est tellement nécessaire de développer une nouvelle méthodologie comblant ces lacunes et surmontant ces difficultés

Une liste de recommandations est nécessaire pour améliorer toute intervention vers la durabilité. Au niveau national, l'approbation du projet de loi sur la conservation de l'énergie et du projet de politique des transports par le parlement contribuerait à promouvoir les initiatives de conservation de l'énergie au Liban et plus spécifiquement dans la région. Au niveau local, les municipalités devraient avoir le droit légal de produire et de distribuer tout type d'énergie, en particulier les énergies renouvelables. Pour éviter les erreurs dans les données, une méthodologie doit être élaborée pour constituer un échantillon solide et fiable d'inventaires d'émissions de GES. Les changements de comportement sont aussi importants que la physique du bâtiment pour réduire la consommation d'énergie. C'est le principal instrument politique déployé par les autorités locales pour mobiliser l'intérêt public pour les politiques énergétiques durables et le changement climatique.

Références

- [1] CES-MED, 2017. Information Kit, how to prepare a Sustainable Energy Action Plan (SEAP), prepared by CES-MED
- [2] Saad S., Mourtada A., Brouche M., Ghandour M., "Evaluation of CES-MED program objectives achievements and recommendations", Proceedings of the International Sustainable Energy Conference (ISEC 2018): Renewable Heating and Cooling in Integrated Urban and Industrial Energy Systems: 430-437, Graz, Austria, October 2018.
- [3] Saad S., Mourtada A., Brouche M., Ghandour M., "Establishment of a sustainable energy action plan: Case study of union of municipalities", Proceedings of the 3rd International Conference on Efficient Building Design—Materials and HVAC Equipment Technologies: 27-35, Beirut, Lebanon 2018.
- [4] Site officiel de la Convention des Maires : Récupéré de : <http://www.conventiondesmaires.eu>
- [5] JRC Science and Policy Reports, 2017. Covenant of Mayors in figures: 8-year assessment, JRC Science for policy report, Kona A., Melica G., Bertoldi P., Rivas Calvete S., Koffi B., Iancu A., Zancanella P., Janssens-Maenhout G. Dallemand J.F., Luxembourg: Publications Office of the

European Union.

[6] Saad S., Mourtada A., Brouche M., Ghandour M, Rapport de thèse « Développement d'outils méthodologiques et techniques pour accompagner l'adhésion des municipalités de Sud-Méditerranée à la Convention des Maires pour une énergie locale durable », Beyrouth 2020.

[7] Global Solar Atlas Interactive Map. Récupéré de : <https://globalsolaratlas.info/map?c=11.523088,8.4375,3>.

[8] Wind Atlas of Lebanon (CEDRO) Interactive Map. Récupéré de : www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=d778b822d37d4109b4bcf1af293c989d&extent=31.9494,31.8498,40.0628,35.867

[9] Kinab, E., ElKhoury, M. (2012). "Renewable energy use in Lebanon: Barriers and solutions", Elsevier, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 16, Issue 7, 4422-4431.

[10] Jouni, A., Mourtada, A. (2015). Tendances de l'Efficacité Energétique au Liban. Rapport ALMEE/MEDENER : 44.

[11] http://www.seai.ie/Your_Business/Public.../Energy_Consumption_Calculation_Tool.xls

[12] Alternative Fuels Data Center. Récupéré de : <https://afdc.energy.gov/data/>.

[13] Récupéré de : http://www.dieselserviceandsupply.com/Formula_Chart.aspx

[14] J. L. Campos,1 D. Valenzuela-Heredia,1 A. Pedrouso,2 A. Val del Río,2 M. Belmonte,3,4 and A. Mosquera-Corral2, (2016). Journal of Chemistry, Volume 2016, Article ID 3796352, 12 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3796352>, Review Article, Greenhouse Gases Emissions from Wastewater Treatment Plants: Minimization, Treatment, and Prevention, Table 1. Récupéré de: <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2016/3796352/tab1/>

[15] JRC Technical Report, Guidebook How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP) in the MENA Region, 2018, Table 15.