



Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Electrotechnique
Spécialité : Energie et Environnement

Présenté par : TAOULI Souad
MEHADJI Nesrine

Thème

**Alimentation de la station de traitement
de lixiviat par les énergies renouvelable**

Soutenu publiquement, le 18 /09 / 2023 , devant le jury composé de :

Mme BENAHMED Nadia	Professeur	ESSA. Tlemcen	Président
Mme GOMRI Amina	Professeur	ESSA. Tlemcen	Directeur de mémoire
Mme FARADJI DJAMILA Née KHERBOUCHE	MCA	ESSA. Tlemcen	Co-Directeur de mémoire
M MAGNAFI Hichem	MCA	ESSA. Tlemcen	Examineur 1
M CHEMIDI Abdelkarim	MCA	ESSA. Tlemcen	Examineur 2



Remercîments

Le plus grand merci s'adresse au bon Dieu, le tout puissant pour nous avoir donné le courage, la volonté, la santé et la patience pour accomplir ce travail.


Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude envers tous nos enseignants qui ont grandement contribué à l'acquisition des connaissances essentielles tout au long de notre parcours universitaire.

Nous souhaitons exprimer notre sincère gratitude envers nos encadrants, Mme FARADJI Djamila Née KHERBOUCHE et GHOMRI Amina, dont l'apport a été précieux pour l'amélioration de notre travail. Leur disponibilité constante et leur soutien inestimable ont été des atouts majeurs pour surmonter les diverses difficultés auxquelles nous avons été confrontés tout au long de notre projet.

Sincère reconnaissance envers Madame BENAHMED Nadia pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.

De plus, nous remercions les membres du jury Monsieur MEGNAFI Hichem et Monsieur CHEMIDI Abdel Karim d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Nous tenons à témoigner, nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au cours de la réalisation de ce mémoire.





Dédicace

Avant tous, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce travail, avec un grand bonheur et un grand plaisir que je tiens à dédier ce travail à:

Mon père, mon idole, l'homme qui a toujours sacrifié son bonheur pour le bien-être de notre famille. Aucun mot ne saurait véritablement exprimer la gratitude, l'estime et le respect que j'ai envers toi. Merci du fond du cœur pour tout ce que tu as fait et continues de faire pour moi. Merci pour ton soutien et ton encouragement tout au long de mon parcours scolaire.

Ma merveilleuse maman, celle qui a consacré tous ses efforts pour veiller à ce que je ne manque de rien pour me voir heureuse. Je te remercie du fond du cœur pour tout ce que tu as fait et continues de faire pour moi. Ta tendresse et ton soutien indéfectible sont des trésors précieux dans ma vie. Je ne saurais jamais comment te remercier ni de te rendre le un millième de ce que tu as fait pour moi.

À mon grand frère Younes, à mon jumeau Sofiane et ma petite sœur Ines qui ont toujours veillé sur moi, m'encouragé et prodigué leurs précieux conseils. Je vous souhaite une vie remplie de succès et de bonheur.

A mon cher Imad Je tiens à te remercier pour ta patience infinie, ta compréhension et Merci d'être la personne extraordinaire que tu es, et merci d'avoir illuminé mon chemin tout au long de ce parcours éducatif. Je suis profondément reconnaissante de t'avoir à mes côtés.

À ma chère Souad TAOULI, avec qui j'ai partagé les meilleurs moments de ma scolarité. Je tiens à te remercier pour ta gentillesse, ta sincérité et ta fidélité sans faille. Je suis reconnaissante d'avoir eu la chance de te connaître et de partager ces moments exceptionnels ensemble. Merci pour ton amitié sincère, ta présence réconfortante et tous les moments précieux que nous avons partagés et pour ta régularité et qualité de travail qui nous ont permis d'accomplir cette mission.

Merci à moi-même, à ma famille, à ma belle-famille, à tous ceux qui me sont chères, à tous ceux qui m'aiment et à tous ceux que j'aime.

A la fin merci À chaque être qui a été là pour moi, à tous ceux qui m'ont encouragé, soutenu et conseillé tout le long de mes études.

MEHADJI Nesrine





Dédicace

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie ce travail :

À mon très cher papa

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, un pilier dans ma vie, un guide et un modèle à suivre. Je tiens à honorer l'homme que tu es. Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour tout ce que tu as fait pour moi et pour la confiance que tu m'as accordé. Ta patience infinie, ton soutien, ton affection, ta générosité ont été les fondations de ma vie. Je serai éternellement reconnaissante de t'avoir comme père.

À ma très chère maman

Ma raison de vivre et le plus beau cadeau que Dieu m'a offert dans cette vie. Tu es la meilleure maman qu'un enfant puisse rêver. Je suis reconnaissante pour tous les sacrifices que tu as faits pour moi. Tu t'es dévouée sans compter, mettant de côté tes propres besoins pour veiller sur les miens. Tu as travaillé dur, tant physiquement qu'émotionnellement, pour que je puisse avoir une vie meilleure. Je n'oublierai jamais tous les efforts que tu as déployés. Je te remercie pour tous tes sacrifices, ton amour et tes encouragements

À mes adorables sœurs Chahrazed et Asmaa, je suis honorée d'avoir la chance de vous appeler ma famille. Que cette dédicace témoigne de mon amour éternel pour vous, et que vous sachiez toujours combien vous êtes précieuses à mes yeux.

À mes merveilleux neveux Yanis, Islam et mes merveilleuses nièces Basma, Amel. Votre présence dans ma vie a apporté une joie et un bonheur indescriptibles

À l'ensemble de ma famille et mes amis

À MEHADJI Nesrine

Ma très chère copine avant d'être mon binôme pour tout ce que nous avons vécu de beaux et de pire et pour que tout ce qui nous reste à vivre en Bonheur et de succès. Je te remercie pour ta gentillesse, pour ton amitié sincère, ta présence réconfortante et tous les moments précieux que nous avons partagés. Je tiens également à souligner ta régularité et la qualité de ton travail qui nous ont permis d'accomplir cette mission avec succès.

Merci à moi-même et à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

TAOULI Souad



Résumé

Cette étude explore la gestion des déchets et la production d'énergie renouvelable, en mettant l'accent sur l'alimentation de la station de traitement de lixiviat. Il commence par examiner la gestion des lixiviats et leurs caractéristiques, puis présente les énergies solaires et éoliennes pour répondre aux besoins énergétiques de la station. En utilisant le logiciel HOMER, des simulations comparent les performances de systèmes hybrides et solaires autonomes. Les résultats de ces simulations montrent que d'une part, le système optimal consiste en une combinaison de 8 panneaux solaires atteignant 7,95 kW, 17 batteries et 5 convertisseurs DC/AC atteignant 4,11 kW. D'autre part, la configuration du système hybride comprend 8 panneaux solaires atteignant 7,5 kW, une éolienne, 5 convertisseurs DC/AC atteignant 4,25 kW et 16 batteries pour le stockage. Ces résultats fournissent des informations cruciales pour choisir la meilleure solution en fonction des besoins, des contraintes et des objectifs énergétiques, contribuant ainsi à un système durable d'alimentation en énergie renouvelable pour la station de traitement de lixiviat.

Mots clés

HOMER, station de traitement de lixiviat, énergie renouvelable

ملخص

تستكشف هذه الدراسة إدارة النفايات وتوليد الطاقة المتجددة، مع التركيز على تشغيل محطة معالجة المادة المرتشحة. ويبدأ بدراسة إدارة المادة المرتشحة وخصائصها، ثم يعرض الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لتلبية احتياجات المحطة من الطاقة باستخدام برنامج هومر، تقارن عمليات المحاكاة أداء الأنظمة الهجينة والشمسية المستقلة. تظهر نتائج هذه المحاكاة أنه من ناحية، النظام الأمثل يتكون من مجموعة من 8 ألواح شمسية تصل إلى 7.95 كيلوواط، و 17 بطارية و 5 محولات تصل إلى 4.11 كيلوواط. من ناحية أخرى، يتضمن تكوين النظام الهجين 8 ألواح شمسية تصل إلى 7.5 كيلوواط، وتوربين رياح، و 5 محولات تصل إلى 4.25 كيلوواط، و 16 بطارية للتخزين. توفر هذه النتائج معلومات مهمة لاختيار الحل الأفضل وفقاً للاحتياجات والقيود وأهداف الطاقة، وبالتالي المساهمة في نظام مستدام لإمداد الطاقة المتجددة لمحطة معالجة المادة المرتشحة.

الكلمات الدالة

هومر، محطة معالجة المادة المرتشحة، الطاقة المتجددة

Abstract

This study explores waste management and renewable energy generation, with an emphasis on powering the leachate treatment plant. It begins by examining leachate management and their characteristics, then presents solar and wind energy to meet the station's energy needs. Using HOMER software, simulations compare the performance of hybrid and standalone solar systems. The results of these simulations show that on the one hand, the optimal system consists of a combination of 8 solar panels reaching 7.95 kW, 17 batteries and 5 DC/AC converters reaching 4.11 kW. On the other hand, the hybrid system configuration includes 8 solar panels reaching 7.5 kW, a wind turbine, 5 DC/AC converters reaching 4.25 kW and 16 batteries for storage. These results provide crucial information to choose the best solution according to the needs, constraints and energy objectives, thus contributing to a sustainable renewable energy supply system for the leachate treatment plant.

Keywords

HOMER, leachate treatment station, renewable energy

Sommaire

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Généralité sur les centres d'enfouissement technique en Algérie.....	4
I-1-Introduction	5
I-2-Les centres d'enfouissement.....	5
I-2-1-Le centre d'enfouissement technique de Tlemcen	6
I-3- La station de traitement de lixiviat	8
I-3-1-Définition	8
I-3-2-Définition de lixiviat	9
I-3-3- La gestion de lixiviat.....	9
I-3-4- La toxicité de lixiviat	10
I-3-5-Le traitement de lixiviat	10
I-3-6-Les étapes de traitement	11
I-4-Les impacts d'étude.....	15
I-4-1- Les impacts environnementaux.....	15
I-4-2- Les impacts académique	16
I-4-3- Les impacts sociaux	16
I-4-4- Les Impacts économiques :	17
I-5-Conclusion :.....	17
Chapitre II : Etude du dimensionnement de l'alimentation de la station de traitement de lixiviat.....	21
II-1-Introduction	22
II-2- L'état de l'art de production d'électricité.....	23
II-3-L'énergie électrique.....	23
II-4- L'énergie solaire	24
II-4-1-Le fonctionnement du panneau :.....	24
II-4-2-La composition du panneau solaire.....	26
II-5-L'énergie éolienne	27
II-5-1-Les composants de l'éolienne	27
II-5-2- Le fonctionnement	28
II-6- Dimensionnement de l'Installation Photovoltaïque.....	29
II-6- 1- Objectif Général.....	29
II-6- 2- Objectifs spécifiques	29
II-6- 3-Étude Technique.....	30
II-6- 4-Collecte des Données.....	31

Sommaire

II-6- 5-Dimensionnement des Équipements des Systèmes Photovoltaïques	32
Chapitre III : simulation et discussion	43
III-1-Présentation du logiciel HOMER	44
III-1-1-Introduction	44
III-1-2-Définition.....	44
III-1-3-Le rôle.....	44
III-1-4-Les étapes	44
III-2-Application HOMER pour l'alimentation de la station de traitement de lixiviat	46
III-2-1-Le dimensionnement de chaque composant	48
III-2-2-Résultats de la simulation et interprétations	53
III-2-2-1- Système hybride	54
III-2-2-2- Système photovoltaïque	60
III-3-Conclusion :	62
Conclusion générale	64

La liste des figures

Figure I-1: Système de récupération du biogaz [3]	7
Figure I- 2: Les bassins de lixiviat [3].....	7
Figure I-3: Station de traitement de lixiviat [3].....	8
Figure I-4: Intérieur de la station de traitement de lixiviat [3]	8
Figure I-5: Unité de filtration [16]	12
Figure I- 6: un tube de pression d'une unité de filtration [16]	12
Figure I-7: un module de filtration [16]	12
Figure I-8: les poches superposées [16]	12
Figure I-9: Le traitement du lixiviat entre les couches de la membrane [17]	13
Figure I-10: La sortie du perméat [17]	13
Figure I-11: Le concentrat [17]	14
Figure I-12: Perméat [17]	14
Figure I-13: Les deux étages d'unité [17] Figure I-14: L'alimentation du deuxième étage par le concentra [17]	14
Figure II-15: Les composants de la cellule [30].....	25
Figure II-16: Les types de la cellule [31]	26
Figure II-17: Figure : les composants d'un panneau solaire [32].....	27
Figure II-18: Les composants de l'éolienne [33]	28
Figure II-19: Localisation du site	33
Figure III-20: la fenêtre du logiciel HOMER.....	45
Figure III-21: les équipements de logiciel HOMER	45
Figure III-22: schéma du système	45
Figure III-23: les ressources	45
Figure III-24: Localisation du site	47
Figure III-25: Schéma du système conçu avec HOMER	47
Figure III-26: Caractéristique d'un générateur photovoltaïque.....	48
Figure III-27: Indice de clarté et rayonnement quotidien de l'endroit d'étude	49
Figure III-28: Irradiance solaire	49
Figure III-29: Caractéristique d'un générateur éolien	50
Figure III-30: Les données de la vitesse du vent	50
Figure III-31: La vitesse du vent en fonction des mois	51
Figure III-32: Caractéristique de la batterie	51
Figure III-33: Les données d'un convertisseur DC/AC bidirectionnel	52
Figure III-34: Les données de la consommation du site.....	52
Figure III-35: Variation de charge horaire (KW) Figure 36: charge mensuelle moyenne mise à l'échelle	53
Figure III-37: Résultat de la simulation.....	53
Figure III-38: Puissance moyenne mensuelle produite par chaque source	54
Figure III-39: Profils de production journalière pv	55
Figure III-40: Profils de production journalière d'éolienne	55
Figure III-41: L'ensoleillement solaire.....	56
Figure III-42: Représentation de puissance moyenne du PV	57
Figure III-43: La représentation de Dmap de la production photovoltaïque.....	57
Figure III-44: La vitesse du vent	58
Figure III-45: Représentation de la puissance mensuelle moyenne de l'éolienne	58
Figure III-46: La représentation Dmap de la production éolienne	59

La liste des figures

Figure III-47: Etat de charge mensuelle des batteries Li-Ion	60
Figure III-48: Evolution journalière de l'état de charge des batteries Li-ion	60
Figure III-49: Le cout total du système	61
Figure III-50: Résultat obtenu d'un système PV	61

Introduction générale

La protection de l'environnement et le développement durable sont considérés comme l'une des épreuves les plus importantes qui intéressent tous les pays à l'heure actuelle, car les développements matériels survenus dans la vie des sociétés se sont principalement produits aux dépens de la nature et des ressources naturelles, et l'exploitation et les processus de transformation des ressources génèrent beaucoup de déchets, et c'est une question en soi. Cela constitue un autre point qui affecte l'environnement. [1]

La gestion efficace des déchets ainsi que le recyclage est l'une des choses qui contribuent au développement durable et à la préservation du cycle environnemental. Parmi les problèmes rencontrés par les responsables des centres d'enfouissement dans les différentes willayas du pays, et dans la willaya de Tlemcen en particulier, le traitement lixiviat est l'un des plus importants, en effet, une station de traitement est installée au niveau du centre d'enfouissement de Tlemcen mais l'approvisionnement de cette dernière en énergie nécessaire présente un défi au gestionnaire du centre. L'éloignement du réseau électrique, ainsi que le coût demandé par la SONELGAZ pour l'approvisionnement en électricité ont rendu le lancement de cette station difficile.[2, 3]

Dans ce travail, nous nous sommes proposés de faire un dimensionnement, pour alimenter la station du traitement de lixiviat en énergie propre et renouvelable, notamment l'énergie solaire.[4]

Pour ce faire, ce mémoire se structure en plusieurs chapitres, chacun visant à éclairer un aspect spécifique de notre étude. Nous entamerons notre exploration en mettant en évidence les défis posés par la gestion des déchets et la production d'énergie à l'échelle mondiale. Par la suite, nous énoncerons de manière explicite les objectifs précis de notre recherche, offrant ainsi un cadre solide pour nos investigations futures. Tel que dans le premier présente des généralités sur les centres d'enfouissement technique en Algérie après dans le deuxième chapitre concerne un dimensionnement de l'alimentation de la station de traitement de lixiviat. Enfin le dernier chapitre consacré à une simulation sur un système hybride et une comparaison avec un système photovoltaïque afin de choisir une alimentation d'une station de traitement de lixiviat

Au travers de cette étude, notre ambition est de contribuer à une compréhension accrue des opportunités qu'offrent les énergies renouvelables pour alimenter les stations de traitement de lixiviat, tout en participant activement à la transition vers une société plus soutenable et résiliente face aux enjeux environnementaux contemporains.

Liste des références :

1. Barré, B. and B. Mérenne-Schoumaker, *Atlas des énergies mondiales: Un monde en transition*. 2017: Autrement.
2. Aloueimine, S., *Méthodologie de caractérisation des déchets ménagers à Nouakchott (Mauritanie): Contribution à la gestion des déchets et outils d'aide à la décision*. 2006, Limoges.
3. Kihal, M., *Contribution à l'étude de décharge de Saf Saf (Tlemcen)*. Diplôme de Master (LMD.). Ecologie végétal et Environnement. Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen, 57p, 2015.
4. Samson, R., *Les développements technologiques récents dans l'opération des sites d'enfouissement sanitaire des déchets solides*. Mémoire, Ecole polytechnique de Montreal, Canada. p, 1995: p. 1-32.

Chapitre 1 : Généralité sur les centres d'enfouissement technique en Algérie

I-1-Introduction

Les installations de traitement des lixiviats, intégrées aux centres d'enfouissement, jouent un rôle vital dans la gestion moderne des déchets. Elles représentent une composante essentielle pour la gestion responsable des déchets solides, visant à minimiser les répercussions néfastes sur l'environnement et la santé. Ces centres sont conçus pour accueillir et traiter une variété de déchets tout en mettant l'accent sur la prévention de la pollution, la préservation des ressources en eau souterraine, et la réduction de leur impact sur l'écosystème. La station de traitement de lixiviat, au cœur de ces installations, revêt une importance cruciale pour gérer les liquides générés par la décomposition des déchets. Cette introduction offre un aperçu de l'importance et du rôle de ces installations dans la gestion responsable des déchets solides. Elle met en évidence leur fonctionnement et leurs avantages, montrant qu'elles contribuent bien plus que simplement éliminer les déchets, participant ainsi à la préservation de l'environnement et à la promotion de pratiques durables de gestion des ressources.

I-2-Les centres d'enfouissement

Une décharge est une installation de gestion des déchets conçue pour recevoir et stocker les déchets solides produits par les humains et l'industrie. En Algérie, comme dans de nombreux autres pays, la gestion des déchets est un enjeu environnemental et de santé publique important. Les décharges sont l'un des modes de gestion des déchets les plus importants en Algérie. [6] [3]

Cependant, la gestion des déchets en Algérie est confrontée à des défis majeurs, notamment le manque d'infrastructures et de ressources financières pour construire et entretenir des décharges adéquates. Le déversement et l'incinération incontrôlés des déchets sont également un problème courant en Algérie et peuvent causer de graves dommages à l'environnement et à la santé humaine. Malgré ces défis, le gouvernement algérien a pris des mesures pour améliorer la gestion des déchets dans le pays, notamment en promouvant la collecte sélective et le recyclage. Il a également travaillé à la construction de nouvelles décharges pour remplacer les sites non réglementés. [6]

Le Centre d'enfouissement algérien est une installation dédiée à la gestion des déchets solides municipaux et industriels. Ces centres sont conçus pour recevoir des déchets inoffensifs, qui sont compactés et enfouis dans des tranchées. [7]

Le fonctionnement de ces centres est régi par la loi algérienne sur la gestion des déchets, qui fixe des normes strictes pour le traitement et le stockage des déchets. En particulier, les installations d'enfouissement doivent respecter les normes de sécurité et de protection de l'environnement pour éviter la contamination des sols et des eaux souterraines.[7]

Cependant, malgré les efforts des autorités algériennes pour améliorer la gestion des déchets, la décharge fait toujours face à des défis opérationnels et de gestion. En effet, certains centres peuvent être surchargés, mal gérés ou mal entretenus, entraînant des risques pour la santé publique et l'environnement. [7]

Pour relever ces défis, le gouvernement algérien s'emploie à mettre en place de nouvelles solutions de gestion des déchets comme le tri et le recyclage et à moderniser les infrastructures existantes. Il existe également des initiatives locales pour promouvoir la participation du public à la gestion des déchets, en particulier dans certaines villes. [7]

I-2-1-Le centre d'enfouissement technique de Tlemcen

Le Centre de Gestion des Déchets de Tlemcen est une installation de traitement des déchets située dans la ville de Tlemcen, exactement dans la commune de Chetouane sur la route de safsaf vert la commune de Amieur au lieu-dit DjbelHadid à 5 km du centre-ville de Tlemcen. Ce centre est un lieu de collecte, de traitement et d'élimination des déchets solides générés par les habitants de cette zone.[3]

Les communes conventionnées avec eux sont TLEMCEN, MANSOURAH, CHETOUANE, RAMCHI ,HENAYA, AMIEUR, AIN FEZZA ,BENSAKRANE, ZEANATA, OULEDRIAH , AIN YUCEF , TERNI, BENI MESTER.

Par ailleurs les décharges techniques sont conçues pour éliminer les déchets de manière efficace et respectueuse de l'environnement. Les déchets sont transportés sur le site et triés, recyclés ou éliminés de manière appropriée. Les matériaux recyclables sont séparés et envoyés vers des installations de recyclage, tandis que les déchets non recyclables sont

généralement enfouis dans des fossés spécialement qui s'appelle des casiers désignés et recouverts de terre pour minimiser l'impact environnemental. [8] [3]

Le but principal du Centre Technique de Traitement des Déchets de Tlemcen est de réduire l'impact des déchets sur la santé publique et l'environnement en offrant une infrastructure adéquate de gestion des déchets. Il s'agit notamment d'empêcher le lixiviat de pénétrer dans le sol et les eaux souterraines, et de réduire les émissions de gaz à effet de serre provenant de la décomposition des déchets. [8] [3]

Le centre se compose de deux casiers d'une capacité de 400.000 m³, le premier est saturé et recouvert de terre et le deuxième est arrivée au niveau zéro. Dans chacun de ces casiers ont une installation de système de récupération de biogaz.



Figure I-1: Système de récupération du biogaz[3]

Il comporte une station de lagunage composée de trois bassins d'une superficie de 2600 m² et d'un volume de 3120m³ avec une profondeur de 1,2 m. Cette station emmagasine les lixiviats venant des casiers.



Figure I-2: Les bassins de lixiviat [3]

I-3- La station de traitement de lixiviat

I-3-1-Définition

La station de traitement des lixiviats (Wehrle) appartient d'une entreprise allemande spécialisée dans la conception, la fabrication et la fourniture de systèmes de traitement des eaux usées, y compris les stations d'épuration de lixiviat. La technologie de traitement de lixiviat de Wehrle repose sur le processus de traitement biologique, utilisant des micro-organismes pour décomposer les substances organiques dans le lixiviat. Cette technologie est conçue pour être efficace et écologique, permettant de réduire les niveaux de contaminants dans les lixiviats tout en minimisant l'impact environnemental du traitement. Wehrle propose également d'autres technologies de traitement des eaux usées, telles que le traitement par membranes et le traitement chimique.[9] [3]



Figure I-3:Station de traitement de lixiviat [3]



Figure I-4:Intérieur de la station de traitement de lixiviat [3]

I-3-2-Définition de lixiviat

Le lixiviat est le liquide qui se forme lorsque l'eau s'infiltré dans des solides ou bien il provient de l'eau qui percole dans des déchets tels que les déchets organiques et les déchets industriels. Ainsi il peut se produire dans une variété de situations, y compris les décharges, les centres d'enfouissement des déchets, les mines, les usines de traitement des eaux usées et les usines de compostage. [10,11]

Par ailleurs le lixiviat est souvent considéré comme un contaminant potentiel en raison de sa composition chimique complexe et de sa capacité à transporter diverses substances dissoutes à partir des solides qu'il traverse. De plus il contient des substances dangereuses et toxiques pour l'environnement et la santé, notamment des composés organiques, des métaux lourds, des nutriments, des agents pathogènes et d'autres contaminants. [11]

Autrement lixiviat est destiner à une bonne gestion pour minimiser l'impact environnemental et protéger la qualité de l'eau. Les réglementations environnementales et les normes de gestion des déchets exigent souvent une collecte, un traitement et une élimination appropriés des lixiviats pour éviter la contamination des eaux souterraines, des plans d'eau et des sols. [11]

Les méthodes courantes de traitement des lixiviats comprennent le stockage et la collecte dans des bassins fermés et le traitement des lixiviats dépend de la composition chimique, des réglementations locales et des ressources disponibles.[11]

En conclusion le lixiviat est le liquide résultant du processus de lixiviation de l'eau à partir de matières solides telles que les déchets et nécessite un traitement approprié pour minimiser les dangers et les impacts sur l'environnement et la santé publique.

I-3-3- La gestion de lixiviat

La gestion de ce liquide résultant de la décomposition des déchets dans les décharges, est d'une importance cruciale pour minimiser les impacts environnementaux et sanitaires. Ce processus complexe nécessite une approche intégrée qui englobe la collecte, le stockage, le traitement et l'élimination appropriée du lixiviat. [12]

La collecte du lixiviat, souvent effectuée au moyen de systèmes de drainage et de captage, vise à prévenir les infiltrations dans les sols et les eaux souterraines.

Le stockage du lixiviat exige des infrastructures sécurisées pour éviter tout risque de fuite ou de contamination. Cependant, le traitement du lixiviat est une étape cruciale, car il vise à réduire sa charge polluante en éliminant les substances nocives, les matières organiques et les métaux lourds.[12]

Les technologies de traitement comprennent des processus physico-chimiques, biologiques et même l'utilisation de micro-organismes spécifiques pour la dégradation des composants indésirables.[12]

L'élimination du lixiviat traité doit être conforme aux réglementations environnementales et ne doit pas engendrer de nouveaux problèmes. Une gestion adéquate du lixiviat assure la protection de l'environnement, de la santé publique et contribue à un cycle de traitement des déchets plus durable et responsable.[12]

I-3-4- La toxicité de lixiviat

La toxicité des lixiviats fait référence à la capacité de ces liquides issus des déchets de causer des effets nuisibles sur les organismes vivants et sur l'environnement lorsqu'ils entrent en contact avec eux. Cette toxicité est principalement due aux substances chimiques et contaminants présents dans les lixiviats, tels que les produits chimiques organiques, les métaux lourds et les composés nocifs. Les effets toxiques peuvent se manifester à différents niveaux de l'écosystème, allant des microorganismes aux plantes, aux animaux et même aux humains qui pourraient être exposés à ces liquides contaminés.[13]

I-3-5-Le traitement de lixiviat

Le traitement de lixiviat désigne l'ensemble des procédés et des techniques utilisés pour traiter le liquide résiduel qui s'écoule à travers les déchets solides. Le lixiviat est formé par la combinaison de l'eau de pluie et des liquides issus de la décomposition des déchets organiques et inorganiques. Ainsi le traitement vise à éliminer les substances polluantes, les matières organiques, les composés toxiques et autres contaminants présents dans le lixiviat,

afin de minimiser les impacts environnementaux et sanitaires lors de son rejet ou de son traitement ultérieur. Les méthodes de traitement peuvent inclure des processus physiques, chimiques et biologiques, adaptés aux caractéristiques spécifiques du lixiviat à traiter.[12, 14]

I-3-6-Les étapes de traitement

Avant d'entamer le processus de traitement, les lixiviats sont généralement pompés depuis le site d'enfouissement vers la station de traitement. À cet endroit, des étapes préliminaires peuvent être nécessaires pour éliminer les gros débris, les matières solides et les contaminants visibles.

Ensuite, des procédés physiques, tels que la filtration, la séparation par gravité et l'aération, sont utilisés pour éliminer les particules solides, les huiles et les matières en suspension dans les lixiviats. Ces étapes contribuent à réduire la charge polluante du lixiviat. [14]

Le traitement biologique représente une étape essentielle dans le processus de traitement des lixiviats. Il implique l'utilisation de micro-organismes, notamment des bactéries, pour dégrader les substances organiques présentes dans le lixiviat. Les bactéries sont cultivées dans des réacteurs spéciaux où elles se nourrissent des contaminants présents, ce qui permet de réduire considérablement la charge polluante du liquide. [14]

Dans certains cas, le traitement biologique peut être complété par un traitement chimique, qui utilise des réactifs chimiques pour neutraliser les substances toxiques présentes dans le lixiviat ou faciliter leur élimination. Cette étape est généralement nécessaire lorsque les niveaux de contaminants dans les lixiviats sont élevés et que le traitement biologique seul ne suffit pas à atteindre les normes de qualité acceptables. [14, 15]

Enfin, le traitement se poursuit avec l'utilisation de membranes, telles que celles d'ultrafiltration, de nanofiltration ou d'osmose inverse. Ces membranes agissent en séparant les contaminants à travers une barrière semi-perméable, éliminant ainsi les particules fines, les ions indésirables et les substances organiques dissoutes présentes dans les lixiviats.

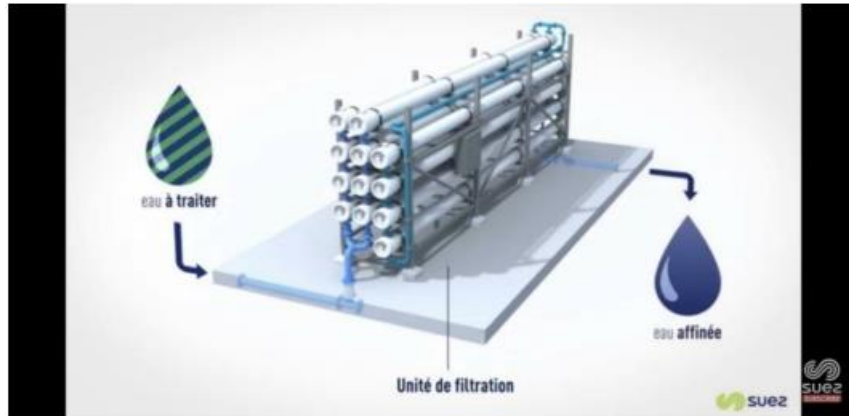


Figure I-5:Unité de filtration [16]

Une unité de filtration est composée de tube de pression et chaque tube accueille des modules de filtration membranaire en série.



Figure I-6:un tube de pression d'une unité de filtration [16]

Un module de filtration est de longueur d'un mètre et du diamètre de vingt centimètres, il est composé de plusieurs poches superposées et roulées en spirale

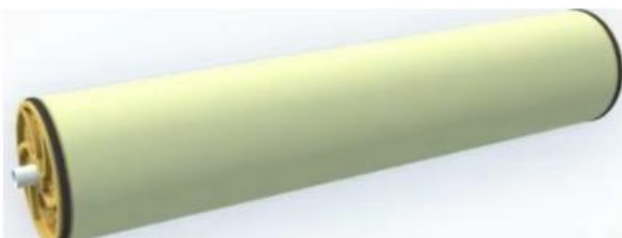


Figure I-7:un module de filtration [16]



Figure I-8:les poches superposées [16]

L'eau traiter est injectée entre les poches, séparées par des espaceur

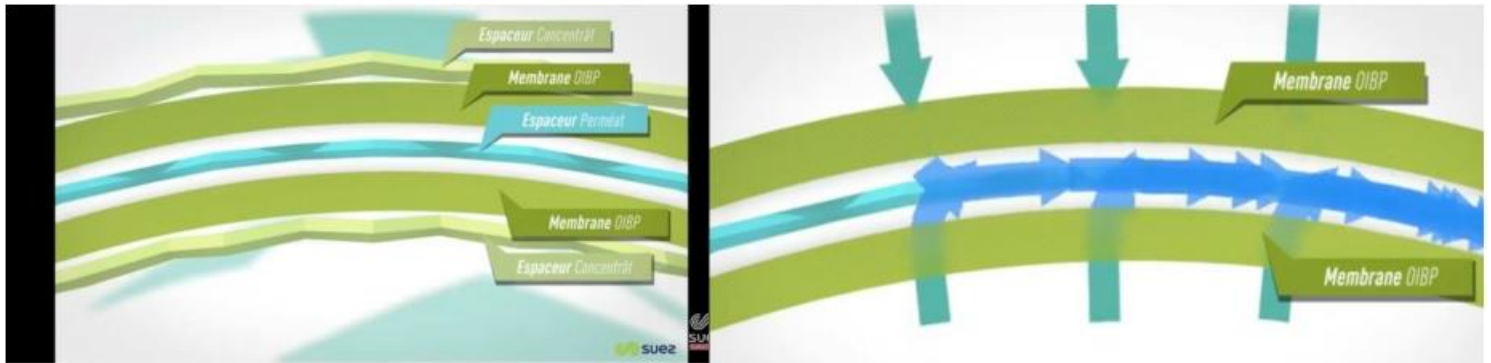


Figure I-9:Le traitement du lixiviat entre les couches de la membrane [17]

Après l'eau filtrée s'écoule dans la poche et rejoint le collecteur central du module



Figure I-10:La sortie du perméat [17]

A chaque module une fraction de l'eau est traitée, l'eau non traitée passe au module suivant où une fraction supplémentaire est traitée à son tour et ainsi de suite, au dernier module l'eau non traitée est la plus concentrée en élément indésirable on l'appelle le concentrat



Figure I-11:Le concentrat [17]

Parallèlement le débit d'eau filtrée produit et collecté augmente à chaque module et on l'appelle le perméat

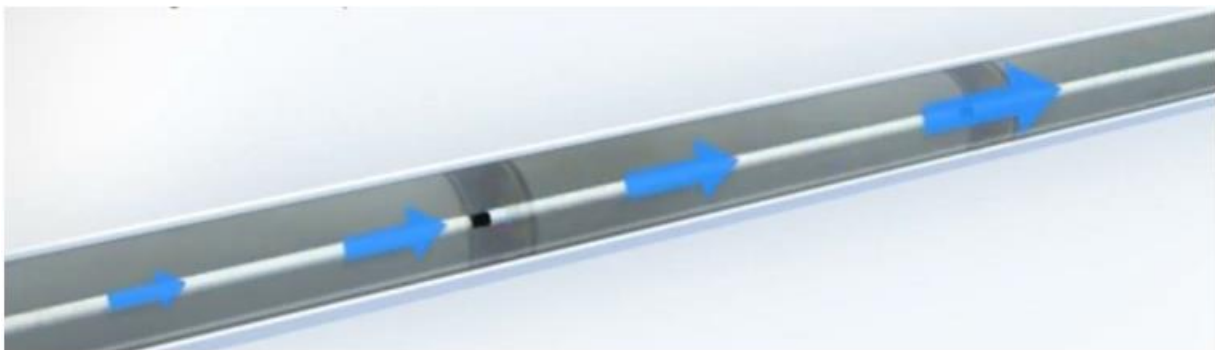


Figure I-12:Perméat [17]

L'unité de filtration présentée en fonction de deux étages, sur le premier étage 50% à 60% est traité. Le concentrat issu de premier étage alimente le second étage augmente le rendement global de production à 80%

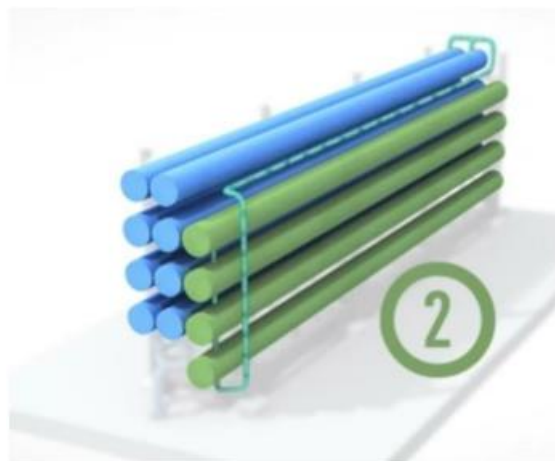
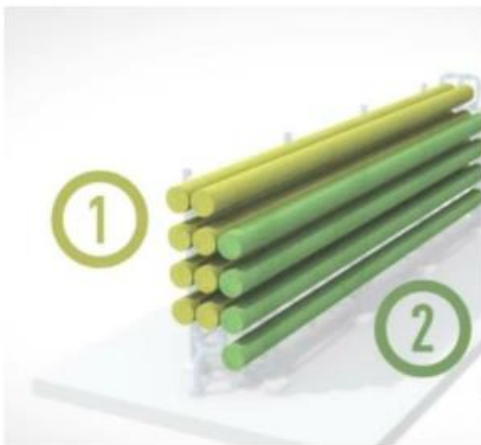


Figure I-13:Les deux étages d'unité [17] Figure I-14: L'alimentation du deuxième étage par le concentra [17]

A la fin le perméat est stocké dans des citernes souple et ensuite utiliser pour les besoins de site ou bien rejeter en milieu naturel.

I-4-Les impacts d'étude

I-4-1- Les impacts environnementaux

La station de traitement de lixiviat peut avoir plusieurs impacts environnementaux comme

Pollution des sols et des eaux souterraines : Le lixiviat est le liquide toxique. Lorsqu'il n'est pas correctement traité, il peut contenir des métaux lourds, des produits chimiques nocifs et des composés organiques dangereux. Si le lixiviat n'est pas traité de manière adéquate, il peut contaminer les sols et s'infiltrer dans les eaux souterraines, compromettant ainsi la qualité de l'eau potable et les écosystèmes environnants.[18]

Émissions atmosphériques : Les processus de traitement du lixiviat, tels que la filtration et l'évaporation, peuvent émettre des gaz et des particules dans l'air. Ces émissions peuvent contenir des substances volatiles organiques, des gaz à effet de serre et d'autres composés chimiques nocifs. Ainsi ces émissions peuvent contribuer à la pollution de l'air, affectant la qualité de l'air ambiant et la santé humaine et surtout et contribuer aux problèmes environnementaux plus larges, tels que le changement climatique.[19]

Consommation d'énergie et de ressources : Les procédés de traitement du lixiviat nécessitent souvent une quantité significative d'énergie pour fonctionner, notamment pour le pompage, la filtration, le chauffage et le refroidissement. Cette consommation d'énergie peut provenir de sources non renouvelables, ce qui a un impact sur les émissions de gaz à effet de serre et la dépendance aux ressources fossiles.[19]

Gestion des déchets solides résiduels : Les résidus solides qui résultent du processus de traitement du lixiviat, tels que les boues de filtration et les résidus de précipitation, doivent être gérés de manière appropriée. Si ces déchets ne sont pas correctement éliminés ou si les procédés de gestion ne sont pas conformes aux normes environnementales, ils peuvent contribuer à la pollution du sol et à la contamination des eaux de surface.[20]

Impact sur la biodiversité : Les éventuelles fuites de contaminants dans l'environnement peuvent avoir des effets néfastes sur la biodiversité locale. Les espèces

végétales, animales et aquatiques peuvent être exposées à des produits chimiques nocifs, ce qui peut perturber les chaînes alimentaires et les écosystèmes.[20]

Enfin la station de traitement de lixiviat doit mettre en œuvre des mesures de prévention, de surveillance et de contrôle rigoureuses. Cela peut inclure la mise en place de systèmes de collecte de lixiviat étanches, l'utilisation de technologies de traitement avancées, la mise en œuvre de pratiques de gestion des déchets solides adéquates et l'adoption de sources d'énergie renouvelable pour réduire la consommation d'énergie.[20]

I-4-2- Les impacts académique

L'étude des impacts environnementaux et des technologies de traitement des lixiviats peut avoir un impact académique significatif. Les chercheurs et les étudiants peuvent contribuer à l'avancement des connaissances dans ce domaine en explorant de nouvelles méthodes de traitement plus efficaces, en évaluant les conséquences environnementales à long terme et en développant des approches durables pour minimiser les effets négatifs. Les résultats de telles recherches peuvent être publiés dans des revues scientifiques, partagés lors de conférences et utilisés pour éclairer les politiques environnementales et les pratiques de gestion des déchets. En conséquence, l'impact académique se traduit par une meilleure compréhension de ces questions complexes et des solutions potentielles pour réduire l'empreinte environnementale des stations de traitement de lixiviat. [21]

I-4-3- Les impacts sociaux

Santé publique : Les décharges mal gérées et les lixiviats non contrôlés peuvent contaminer les eaux souterraines et les sources d'eau potable, entraînant des risques pour la santé des populations avoisinantes. Des maladies liées à la consommation d'eau contaminée peuvent se propager, affectant la qualité de vie et la sécurité sanitaire des communautés.[21]

Qualité de l'air : Les lixiviats émettent des gaz potentiellement nocifs lors de leur décomposition, contribuant à la pollution de l'air et à la détérioration de la qualité de l'air dans les zones proches des décharges. Cela peut avoir des répercussions sur la santé respiratoire des résidents locaux.[21]

Impacts sur les habitats et la biodiversité : La pollution engendrée par les lixiviats peut contaminer les sols et les écosystèmes environnants, affectant les habitats naturels et la

biodiversité. Les effets sur la faune et la flore locales peuvent avoir des conséquences à long terme sur l'équilibre écologique.[21]

Qualité de vie et perception sociale : La proximité d'une décharge générant des lixiviats peut entraîner une baisse de la qualité de vie perçue par les résidents locaux. Les odeurs, les risques sanitaires et l'esthétique altérée peuvent avoir des répercussions sur le bien-être et la perception des habitants de la région.[21]

I-4-4- Les Impacts économiques :

Coûts de gestion et de traitement : La gestion et le traitement des lixiviats sont coûteux, nécessitant des infrastructures et des technologies. Les municipalités et les entreprises de gestion des déchets doivent allouer des budgets pour gérer efficacement ces coûts.[22]

Coûts de dépollution : En cas de contamination des sols ou des eaux souterraines par les lixiviats, des coûts de dépollution significatifs peuvent surgir. Ces coûts incluent la décontamination des sols, la restauration des écosystèmes et la réhabilitation des sources d'eau.[22]

I-5-Conclusion :

La gestion et le traitement du lixiviat occupent une position essentielle au sein des centres d'enfouissement technique, également connus sous le nom de décharges, qui sont spécialement aménagés pour l'élimination des déchets solides. Ces sites génèrent naturellement du lixiviat, un liquide complexe résultant de la décomposition des déchets.

Pour prévenir la contamination environnementale et les risques pour la santé publique, la collecte, le stockage et le traitement du lixiviat sont des composants critiques. Des systèmes de drainage contrôlés sont mis en place pour éviter les infiltrations de lixiviat dans les sols et les eaux souterraines. De plus, les technologies de traitement sont utilisées pour éliminer les contaminants présents dans le lixiviat. Ainsi, une gestion appropriée du lixiviat maintient

Chapitre I : Généralité sur les centres d'enfouissement technique en Algérie

l'intégrité environnementale des centres d'enfouissement technique et favorise une gestion des déchets durable et sécurisée.

La prochaine étape consistera à explorer comment les énergies renouvelables peuvent être intégrées pour renforcer ces efforts en matière de gestion du lixiviat.

Liste des références du chapitre I

3. Kihal, M., *Contribution à l'étude de décharge de Saf Saf (Tlemcen)*. Diplôme de Master (LMD.). Ecologie végétal et Environnement. Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen, 57p, 2015.
5. Smaoui, Y. and J. Bouzid, *Déchets du centre d'enfouissement technique de Sfax (Tunisie): nature, composition et traitement*. Environnement, Ingénierie & Développement, 2019.
6. TERCHA, H. Caractérisation mécanique d'un matériau obtenu par le recyclage des déchets de polystyrène expansé, *MÉMOIRE DE MASTER 2019*.
7. ANNEXE, I. and R. AQUEUX, *L'exploitation du centre d'enfouissement technique CET*.
8. ABDELHAK, D., *Les Risques Liés à la Gestion du centre d'Enfouissement Technique de Chetouane (Tlemcen-Nord ouest Algérien)*. 2010, Université Mohamed Ben Ahmed d'Oran 2.
9. Khattabi, H., *Intérêts de l'étude des paramètres hydrogéologiques et hydrobiologiques pour la compréhension du fonctionnement de la station de traitement des lixiviats de la décharge d'ordures ménagères d'Etueffont (Belfort, France)*. 2002, Besançon.
10. Matejka, G., et al. "Pollution engendrée par un lixiviat de décharge d'ordures ménagères: Bilan hydrique et caractérisation." *Environmental technology* 15.4 (1994): 313-322.
11. ZEDAM, A.S. and Z. LARABA, *Etude comparative des caractéristiques de lixiviat: source de pollution et de contamination, dans quatre décharges*. 2020, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA.
12. Sillet, A.-A., et al., *Les lixiviats de décharges d'ordures ménagères: Genèse, composition et traitements*. Environnement, Ingénierie & Développement, 2001.
13. Sekkat, N., M. Guerbet, and J. Jouany, *Étude comparative de huit bioessais à court terme pour l'évaluation de la toxicité de lixiviats de déchets urbains et industriels*. *Revue des sciences de l'eau*, 2001. **14**(1): p. 63-72.
14. LABADI, N. and M. SAADOUDI, *Contribution à l'étude de caractérisation des lixiviats du centre d'enfouissement technique d'El Oued (CET)*. 2019.
15. Trabelsi, S., *Etudes de traitement des lixiviats des déchets urbains par les procédés d'oxydation avancée photochimiques et électrochimiques: application aux lixiviats de la décharge tunisienne "Jebel Chakir"*. 2011, Université Paris-Est.

16. Tatoud, L., *Mise en Œuvre d'essais de faisabilité à l'échelle pilote en vue du dimensionnement d'une unité de filtration tangentielle*. 1998, École nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires (Massy ...
17. SOUAD, F., *Synthèse des membranes et leurs applications dans le traitement du lixiviat*. 2014, UNIVERSITE Abdelhamid Ibn Badis MOSTAGANEM.
18. El Kharmouz, M., *L'étude de l'impact des lixiviats de l'ancienne décharge publique de la ville d'Oujda (Maroc oriental) sur la qualité physicochimique des eaux souterraines et superficielles*. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, 2013(16).
19. d'ENFOUISSEMENT, L.L., *Traitement simultané des lixiviats et des gaz d'enfouissement*.
20. Samah, N., A. Bourouaiah, and L.E. Benfridja, *Impact de lixiviat des ordures ménagères sur les eaux de surface*. 2021, Université de jijel.
21. Debba, N., A. Guermit, and F.Z. Chetti, *Impact de l'enfouissement des déchets solides urbains sur l'environnement Centre d'enfouissement technique de Nezla (Touggourt)*. *Memoire master* 2021.
22. Devillers, D., *Centre d'enfouissement de résidus urbains. Situation dans les limites du PNR des marais du Cotentin et du Bessin. Proximité de marais et de zones humides classées en ZNIEFF Circonstance non susceptible en elle-même de constituer une illégalité compte tenu des résultats des études et analyses préalables et des prescriptions imposées. Contenu de l'étude d'impact. Article 7 de la loi du 15 juillet 1975. Indication des techniques destinées à permettre une éventuelle reprise des déchets. Omission irrégulière même en présence d'une exploitation destinée à recevoir des «déchets ultimes». Cour d'appel administrative de Nantes, 4 février 1998. Syndicat mixte du Point-Fort et Ministre de l'Environnement (n° 96NT01418-96NT01446). Avec conclusions. Revue juridique de l'Environnement, 1998. **23**(3): p. 367-373*

Chapitre II : Etude du dimensionnement de l'alimentation de la station de traitement de lixiviat

II-1-Introduction

Dans le contexte de l'alimentation d'une station de traitement de lixiviat, l'intégration d'énergies renouvelables revêt une pertinence cruciale. En adoptant ces sources d'énergie propres, la station peut réduire sa dépendance aux combustibles fossiles traditionnels, réduire son empreinte carbone et contribuer à la transition vers un modèle énergétique plus durable. Les énergies renouvelables offrent également la possibilité de fournir une alimentation électrique fiable et continue, notamment les coûts opérationnels à long terme.

Les énergies renouvelables applicables à la station de traitement de lixiviat comprennent notamment :

Solarisation implique l'étude de l'utilisation de l'énergie solaire pour alimenter la station de traitement de lixiviat. L'installation de panneaux solaires photovoltaïques sur les bâtiments de la station pourrait générer de l'électricité à partir de la lumière solaire, contribuant ainsi à alimenter les systèmes de traitement et de surveillance.

Éolien : L'examen de la viabilité de l'énergie éolienne vise à déterminer si cette source d'énergie peut compléter l'alimentation en énergie de la station. L'installation d'éoliennes de petite échelle sur le site pourrait contribuer à la production d'électricité, en particulier si les événements sont favorables.

Biomasse : L'évaluation du potentiel de la biomasse consiste à estimer si cette source d'énergie peut produire de l'énergie à partir des déchets organiques de la station. Le traitement de ces déchets dans des digesteurs anaérobies pourrait générer du biogaz, utilisable pour produire de l'électricité et de la chaleur.

En intégrant ces sources d'énergie renouvelables à la gestion des lixiviats, nous envisageons de créer un système plus efficace, durable et respectueux de l'environnement pour l'alimentation de la station de traitement. Ce chapitre explorera en détail chaque option d'énergie renouvelable, en évaluant leurs avantages, leurs défis potentiels et leur adaptation aux besoins spécifiques de la station de traitement de lixiviat.

II-2- L'état de l'art de production d'électricité

L'état de l'art de production d'électricité fait référence à l'état actuel des connaissances et de la technologie dans le domaine de la production d'électricité, y compris les sources d'énergie, les technologies et les tendances actuelles. Cela comprend une analyse de diverses sources d'énergie telles que le solaire, le vent, l'hydroélectricité, le nucléaire, les combustibles fossiles et les technologies utilisées pour produire de l'électricité à partir de ces sources. [26]

Elle comprend également des analyses sociales, environnementales et économiques de différentes méthodes de production d'électricité et des comparaisons entre différentes technologies pour évaluer l'efficacité, la rentabilité et la durabilité. [26]

L'état de l'art de la production d'électricité comprend également une évaluation des tendances et des développements actuels dans le domaine, tels que l'augmentation de l'utilisation de sources d'énergie renouvelable, la recherche sur les politiques et réglementations gouvernementales, le stockage de l'énergie et l'efficacité énergétique qui affectent la production d'électricité.[26]

Les dernières technologies en matière de production d'électricité nous permettent de dresser un panorama complet des pratiques et des avancées dans le domaine de la production d'électricité, de mieux comprendre les enjeux liés à cette activité et d'identifier les tendances émergentes dans cette industrie.[26]

II-3-L'énergie électrique

L'énergie électrique est une forme d'énergie résultant du mouvement d'électrons à travers un conducteur, généralement un circuit électrique. Elle peut être utilisée pour alimenter divers appareils et systèmes, et elle se mesure en unités telles que le kilowatt-heure (kWh). L'énergie électrique peut être produite à partir de deux sources.[27]

Tel qu'une énergie qui ne se renouvelle pas ou pas assez rapidement, pouvant ainsi être considérée comme épuisable à l'échelle humaine, est dite non renouvelable

Les énergies renouvelables regroupent un certain nombre de filières technologiques selon la source d'énergie valorisée et l'énergie utile obtenue.

Il y a cinq sources essentielles d'énergies dites renouvelables : le vent (éoliennes), le soleil (panneaux solaires), l'eau (barrages hydroélectriques), la chaleur du sol (géothermie) et la biomasse.

II-4- L'énergie solaire

L'énergie solaire photovoltaïque est une forme d'énergie renouvelable qui exploite la lumière du soleil pour générer de l'électricité. Cette technologie repose sur l'utilisation de panneaux solaires, constitués de cellules photovoltaïques, qui convertissent directement la lumière solaire en énergie électrique. Les cellules photovoltaïques sont généralement fabriquées à partir de matériaux semi-conducteurs tels que le silicium, qui absorbent les photons de la lumière solaire et libèrent des électrons, créant ainsi un courant électrique continu.[28]

L'énergie solaire photovoltaïque est propre, silencieuse et durable, offrant une source d'électricité renouvelable sans émissions de gaz à effet de serre ni polluants atmosphériques.

II-4-1-Le fonctionnement du panneau :

Le fonctionnement des panneaux solaires est basé sur l'effet photoélectrique, qui convertit l'énergie lumineuse en électricité, il contient différentes étapes de base :[29]

- Lorsque la lumière du soleil frappe ces cellules, elle émet des photons qui sont absorbés par les électrons de la couche supérieure. L'absorption de cette énergie excite les électrons, qui se déplacent de la couche supérieure vers la couche inférieure.
- Les électrons libérés par la lumière créent un courant électrique qui sont collecté par un fil conducteur attachées à la cellule, tel que La connexion des cellules ce fait soit en série pour augmenter la tension soit en parallèle pour augmenter le courant.
- Ce courant est transféré à un onduleur, qui convertit le courant continu (DC) en courant alternatif (AC), qui peut être utilisé pour alimenter des appareils électroniques ou alimenter le réseau ou stockée dans des batteries pour une utilisation ultérieure.

-Les cellules

□ Les composants de la cellule

Une cellule solaire est constituée de deux couches de matériau semi-conducteur (généralement du silicium) dopées avec des éléments différents. La couche supérieure

(silicium de type N) est dopée avec un élément chargé négativement comme le phosphore qui est un excès d'électrons et tandis que la couche inférieure (silicium de type P) est dopée avec un élément chargé positivement comme le bore qui se présente sous la forme de trous (manque d'électrons). [30]

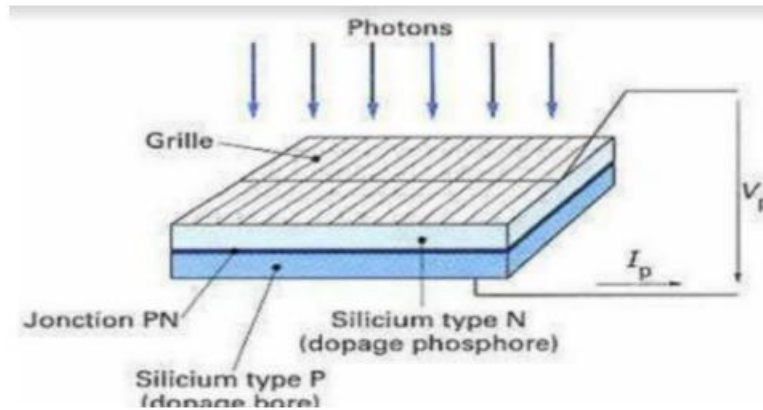


Figure II-15: Les composants de la cellule [30]

□ Les types de la cellule

Il existe 3 types des cellules : mono cristallin, poly cristallin et amorphe [30] [31]

-La cellule mono cristalline elle est fabriquée à partir d'un seul cristal de silicium pur, qui est découpé en fines tranches appelées "wafers". Les cellules monocristallines ont un aspect homogène avec une couleur bleu foncé uniforme. Elles sont plus efficaces que les cellules polycristallines car elles ont une structure cristalline régulière qui leur permet de mieux convertir la lumière en électricité.

-La cellule poly cristallin est une structure cristalline irrégulière contrairement aux cellules mono cristallin car elles sont composées de plusieurs cristaux de silicium au lieu d'un seul. Ils ont un aspect granuleux bleu clair ou vert. Les cellules polycristallines sont moins chères à fabriquer que les cellules monocristallines. Cela est dû au processus de fabrication simple et à la faible utilisation de silicium.

-La cellule solaire amorphe également appelées cellules solaires à couches minces ou cellules solaires non cristallines, sont constituées d'une structure atomique désordonnée, c'est-à-dire de silicium non cristallisé. Elle est déposée sur un substrat tel que le verre, le métal ou le plastique pour former une fine couche de cellule solaire. Les cellules sont gris foncé.

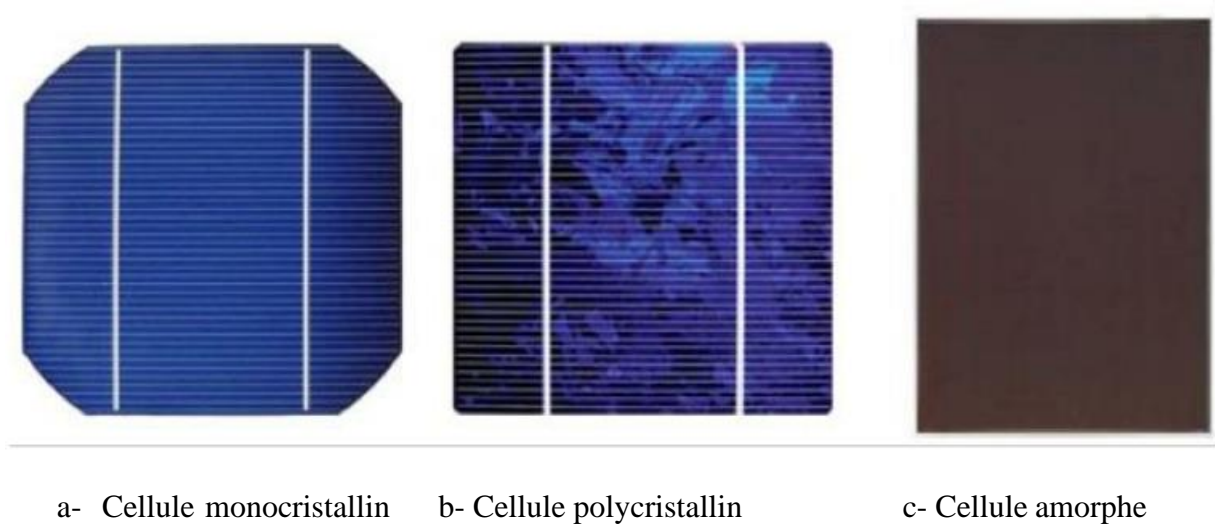


Figure II-16: Les types de la cellule [31]

II-4-2-La composition du panneau solaire

Un panneau solaire, également appelé module photovoltaïque, tel que la construction d'un panneau solaire se compose de plusieurs parties. La partie mécanique est un ensemble de cellules solaires encapsulées dans de l'EVA, un cadre en aluminium, une coque arrière en Tedlar et une plaque de verre côté soleil, et une partie électrique relie le panneau solaire à l'installation, les principales couches qui composent un panneau solaire sont : [32]

- Un cadre métallique en aluminium au sommet du panneau aide à solidifier la structure et facilite l'installation du panneau. Un joint peut être placé entre le cadre et la couche de protection. Empêche la pluie de pénétrer dans le module solaire.
- Le verre trempé d'une épaisseur de 3 à 4 mm est installé du côté ensoleillé. Son rôle est de protéger le panneau des chocs, des rayons UV ou de l'humidité. Cette partie du panneau doit toujours être correctement entretenue pour maximiser l'exposition au soleil.
- Couche protectrice Eva : est une fine couche de matériau isolant, son abréviation EVA signifie (éthylène-acétate de vinyle). Lorsqu'elle est chauffée, la coque EVA forme une fine couche d'adhésif autour de la cellule. Cette coque isolante sert à protéger les cellules des dommages physiques et environnementaux tels que la pluie, le vent et la poussière, et pour assurer une performance énergétique continue.

- Cellule photovoltaïque : Une cellule solaire est l'élément central d'un module photovoltaïque. Ils sont disposés en rangées sur la surface du panneau. Les cellules solaires absorbent la lumière du soleil et reçoit un dopage pour produire un courant électrique.
- Contacts métalliques : Les contacts métalliques sont de fins fils métalliques qui sont soudés à chaque cellule solaire afin que le courant puisse circuler.
- Feuille de plastique rigide : Le dessous de la plaque est recouvert d'une feuille de plastique dur appelée backsheet. Ce siège est principalement composé de TPT qui signifie :Tedlar/Polyester/Tedlar, et un film composite utilisé comme film de revêtement au dos des panneaux solaires.
- Boîte de jonction : Le boîtier de connexion solaire occupe une place importante dans le système solaire. Cela permet de connecter des modules solaires en parallèle, de connecter l'énergie produite par les cellules solaires à une ligne externe et de détourner l'électricité produite par les modules solaires.

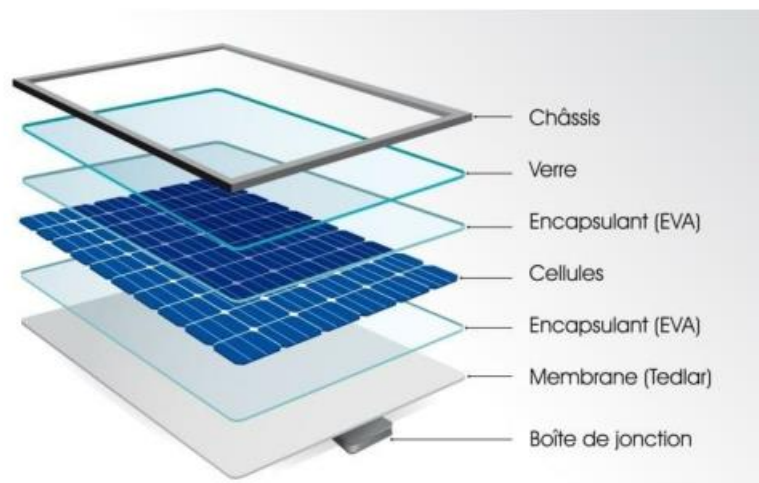


Figure II-17:Figure : les composants d'un panneau solaire[32]

II-5-L'énergie éolienne

Une éolienne est un dispositif qui convertit une partie de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique disponible dans un arbre de transmission après en énergie électrique via un générateur.[33]

II-5-1-Les composants de l'éolienne

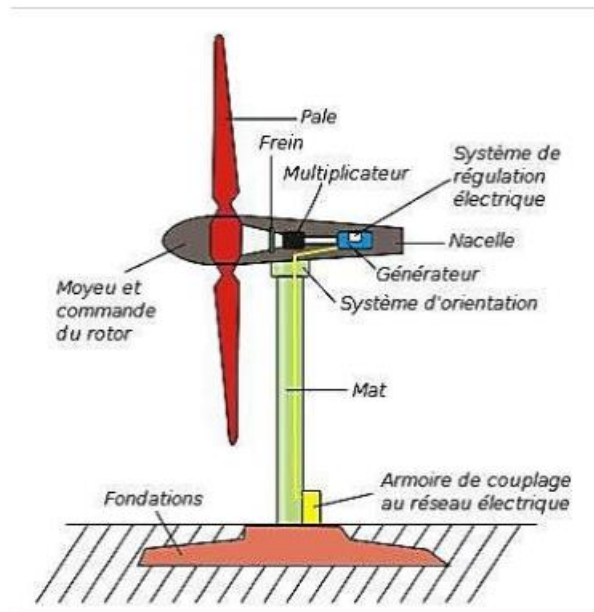


Figure II-18: Les composants de l'éolienne [33]

II-5-2- Le fonctionnement

Les éoliennes sont généralement installées en hauteur sur des mâts ou des tours pour capter le vent, qui est une source d'énergie renouvelable.

Le rotor de l'éolienne est constitué de pales qui sont fixées à un noyau central. Ce noyau est relié à un arbre qui tourne avec les pales, lorsque le vent souffle, les pales de l'éolienne tournent autour d'un axe horizontal ou vertical. La vitesse de rotation dépend de la force du vent.[24]

Ainsi l'arbre est relié à un multiplicateur qui augmente la vitesse de rotation de l'arbre et transmet l'énergie mécanique du rotor à un générateur électrique afin de convertir cette énergie mécanique en énergie électrique.

De plus le générateur est équipé d'un système de refroidissement pour éviter une surchauffe et préserver son fonctionnement.[24]

L'énergie électrique produite est transportée à travers des câbles électriques situés dans le mât. Ensuite envoyée à un transformateur, qui augmente la tension de l'électricité pour qu'elle puisse être transportée sur de longues distances. [24]

Le courant électrique produit par les éoliennes peut être stocké dans des batteries pour une utilisation ultérieure ou envoyé directement dans le réseau électrique.

Par ailleurs La nacelle d'une éolienne est la partie supérieure de la tour qui contient les équipements nécessaires comme le rotor, le générateur électrique et les systèmes de contrôle.

Les systèmes de contrôle et de surveillance de l'éolienne sont également installés dans la nacelle. Ils comprennent des capteurs de vent pour mesurer la vitesse et la direction du vent, ainsi que des capteurs pour surveiller la température, la pression et la vitesse de rotation de l'éolienne.[24]

II-6- Dimensionnement de l'Installation Photovoltaïque

II-6- 1- Objectif Général

L'objectif central de ce chapitre est d'élaborer et de dimensionner une installation photovoltaïque visant à générer de l'électricité au sein de la zone de Chetouane, en utilisant l'énergie solaire comme source d'alimentation. Cette initiative vise non seulement à produire de l'énergie propre, mais également à contribuer à la préservation environnementale.

II-6- 2- Objectifs spécifiques

Ce chapitre est guidé par plusieurs objectifs spécifiques visant à orienter le dimensionnement de l'installation photovoltaïque :

-Sélection des Charges à Alimenter : Il convient d'identifier avec précision les charges spécifiques que nous souhaitons alimenter en utilisant le système photovoltaïque. Cette étape implique de déterminer les équipements ou les processus qui bénéficieraient le plus de cette source d'énergie renouvelable.

- Évaluation de la Viabilité Technique et Financière des Microcentrales Photovoltaïques : Il est essentiel d'examiner en détail la faisabilité technique et financière des microcentrales

photovoltaïques. Cette évaluation permettra de déterminer si ces systèmes sont techniquement adaptables à l'environnement spécifique et s'ils sont économiquement viables.

- Réalisation d'une Étude de Faisabilité Économique : Une analyse approfondie de la faisabilité économique du projet est nécessaire. Cette étude évaluera les coûts associés à la mise en place et au fonctionnement du système photovoltaïque, en comparaison avec les avantages économiques attendus à long terme.

- Synthèse de l'Étude d'Impact Environnemental : Une étude d'impact environnemental complète sera menée pour résumer les effets positifs que le projet pourrait avoir sur l'environnement. Cela permettra de mettre en évidence les avantages écologiques de l'utilisation de l'énergie solaire.

- Analyse de la Transférabilité du Projet : Une analyse de la pertinence du projet dans d'autres administrations sera réalisée. Cette démarche explorera la possibilité de reproduire avec succès le modèle dans des contextes similaires afin d'élargir les avantages environnementaux et énergétiques.

II-6- 3-Étude Technique

Pour rendre l'installation photovoltaïque que nous avons étudiée réalisable, il est pertinent de se concentrer sur certains aspects spécifiques de cette installation. Dans ce contexte, l'étude technique se concentre sur les éléments suivants :

-Éclairage de la Division : L'une des composantes essentielles de l'étude consiste à examiner la mise en place de l'éclairage au sein de la division concernée. Cela implique d'évaluer la quantité d'énergie nécessaire pour alimenter efficacement les systèmes d'éclairage intérieur, tout en tenant compte de l'efficacité énergétique des sources lumineuses utilisées.

-Équipements : Une analyse détaillée sera effectuée sur les besoins énergétiques des équipements spécifiques impliqués dans l'installation. Cette étape permettra de déterminer comment ces équipements peuvent être alimentés par l'énergie photovoltaïque et d'assurer une disponibilité énergétique adéquate.

-Éclairage Extérieur : L'éclairage extérieur est également pris en compte dans l'étude. L'objectif est d'évaluer la possibilité d'utiliser l'énergie solaire pour alimenter l'éclairage des espaces extérieurs, contribuant ainsi à la sécurité et à la visibilité pendant les heures sombres.

-Pompes : Les besoins énergétiques des pompes sont un facteur critique à considérer. L'étude technique évaluera comment les pompes peuvent être alimentées par l'énergie solaire, garantissant ainsi le bon fonctionnement des systèmes de pompage.

-Bloc de Prière : L'étude inclut également une évaluation de la faisabilité d'alimenter le bloc de prière avec l'énergie photovoltaïque. Cela permettra d'assurer un accès continu à l'électricité pour les besoins de prière et autres activités associées.

II-6- 4-Collecte des Données

Dans le cadre de l'étude de conception d'un système photovoltaïque, la collecte précise de données essentielles liées au site revêt une importance capitale. Cette collecte de données est fondamentale pour obtenir des informations cruciales nécessaires à la planification adéquate du système. Parmi les données primordiales à collecter, on peut citer :[34]

-Ensoleillement : La quantité d'énergie solaire disponible dépend directement de l'ensoleillement du site. Mesurer avec précision la quantité de rayonnement solaire reçue sur une base quotidienne et saisonnière est fondamentale pour déterminer la capacité de production d'énergie photovoltaïque.

-Inclinaison nécessaire du panneau : L'angle d'inclinaison optimale des panneaux solaires dépend de la latitude du site et de la saison. Mesurer ces données permettra de déterminer la meilleure inclinaison pour maximiser la capture de l'énergie solaire tout au long de l'année.

-Irradiation : L'irradiation solaire est la puissance reçue par unité de surface sous forme de rayonnement solaire. Mesurer l'irradiation solaire aidera à évaluer la quantité d'énergie solaire disponible pour la conversion en électricité.

II-6- 5-Dimensionnement des Équipements des Systèmes Photovoltaïques

II-6- 5-1-Estimation des Besoins Quotidiens en Électricité de l'Utilisateur

En se basant sur les caractéristiques des appareils électriques utilisés, telles que la tension, la puissance et la durée d'utilisation, il est possible d'estimer les besoins énergétiques quotidiens. L'estimation de ces besoins est réalisée en tenant compte de la consommation électrique journalière totale, à la fois en courant continu (CC) et en courant alternatif (CA). La consommation en courant alternatif doit prendre en compte l'efficacité de l'onduleur.[35] [34]

L'équation utilisée pour calculer l'énergie est la suivante :

$$E = P *t \quad (II.1)$$

Où :

- E représente l'énergie (Wh/jour).
- P est la puissance (W).
- t est la durée d'utilisation (heures).

Pour obtenir la consommation totale d'énergie d'une installation, le calcul commence par déterminer l'énergie électrique consommée pendant la durée d'utilisation de chaque équipement ou fonction électrique. Ensuite, ces valeurs sont additionnées pour obtenir la consommation totale d'énergie.[34]

$$E(t) = \sum P.t \quad (II.2)$$

Où :

- E(t) représente l'énergie totale.
- P est la puissance de chaque équipement.
- t est la durée d'utilisation de chaque équipement.

II-6- 5-2-Localisation du site

Wilaya : Tlemcen

Site : WPF2+H39

Latitude : 34°.55 N

Longitude : 1°18.0 W

Altitude : 500 m



Figure II-19:Localisation du site

Le site présente les caractéristiques géographiques suivantes :

- À l'ouest, il est délimité par la partie supérieure du Djebel El Hadid, une zone couverte d'une végétation maquis composée principalement d'oléastres.
- À l'est, se trouve une plantation d'oliviers associée à des cultures céréalières extensives en alternance.
- Au nord, on retrouve des terres agricoles en jachère qui sont utilisées de manière alternative pour des cultures céréalières extensives.
- Au sud-est, il y a des parcelles occupées par la viticulture.
- Au sud-ouest, se trouve l'ancienne décharge sauvage de Saf-Saf.

II-6-5-3-Dimensionnement du Générateur Photovoltaïque

Dans le cadre de l'alimentation électrique des différents équipements, il est important de dimensionner le générateur photovoltaïque de manière adéquate. Les lampes disponibles sur le marché fonctionnent soit en courant alternatif, soit en courant continu, mais avec des tensions inférieures à 24V.[36]

Afin de minimiser la complexité et les coûts de l'installation en évitant d'ajouter des convertisseurs, il est judicieux de catégoriser les consommateurs en deux groupes distincts : ceux fonctionnant en courant continu (bloc de prière + éclairage extérieur) et ceux fonctionnant en courant alternatif (pompes).[36]

Une observation importante est que la consommation d'énergie de l'éclairage extérieur est considérable par rapport au bloc de prière. Par conséquent, une approche optimale consiste à diviser l'éclairage extérieur en deux sous-systèmes distincts. Cela permettra d'explorer des solutions spécifiques pour chacun de ces sous-systèmes.[36]

Une fois cette segmentation effectuée, il est temps de procéder au dimensionnement de chaque sous-système. Cette étape cruciale implique d'évaluer avec précision les besoins énergétiques de chaque groupe de consommateurs, en tenant compte de la durée d'utilisation, de la puissance requise et des caractéristiques spécifiques de chaque équipement.[36]

Ce processus de dimensionnement garantira que le générateur photovoltaïque est ajusté de manière appropriée pour répondre aux besoins énergétiques spécifiques de chaque groupe de consommateurs, tout en optimisant l'efficacité de l'ensemble du système.

□ Calcul de la Puissance Crête du Système

La caractéristique prédominante d'un module photovoltaïque est sa puissance de crête (PC), définie comme la puissance produite dans des conditions standards de 1000 W/m² à 25°C. Lorsqu'un module est soumis à ces conditions standard, il génère sa puissance de crête à un moment donné. Si cette condition persiste pendant N heures, il engendre une quantité d'énergie électrique égale au produit de la puissance E par la durée jusqu'à son apogée.[36]

Cette phase de calcul vise à déterminer la quantité nécessaire de modules photovoltaïques pour répondre aux besoins en électricité. La puissance crête d'un générateur photovoltaïque dépend de l'irradiation propre au site d'installation. Cette grandeur est calculée en utilisant la formule suivante :[37]

Puissance Crête du Générateur Photovoltaïque

$$P = \frac{E_c}{k I_r} \quad (\text{II.3})$$

Où :

- P représente la puissance crête du générateur photovoltaïque.
- I_r est la durée moyenne d'ensoleillement journalier (h/jour).
- k Coefficient Correcteur

Le coefficient correcteur k joue un rôle essentiel dans le dimensionnement du système photovoltaïque. Il intègre divers paramètres pour prendre en compte plusieurs facteurs clés :

- L'incertitude liée aux conditions météorologiques.
- Les variations d'inclinaison des modules photovoltaïques en fonction des saisons.
- Le point de fonctionnement spécifique des modules.
- L'efficacité moyenne de charge et de décharge de la batterie (90%).
- Le rendement du régulateur (95%).
- Les pertes dues aux câbles et aux connexions, particulièrement dans les systèmes avec batteries.

La valeur du coefficient k est généralement située entre 0,55 et 0,75. Dans les calculs de dimensionnement du système de batterie, une valeur courante pour k est 0,65. Ce coefficient ajuste la puissance crête calculée en prenant en compte ces différents facteurs, garantissant ainsi une estimation plus réaliste de la capacité du générateur photovoltaïque à répondre aux besoins énergétiques réels.[34]

- **Le nombre de panneaux photovoltaïques**

Le nombre de panneaux nécessaires pour une alimentation de la station de traitement de lixiviat est déterminé à partir de la puissance crête du champ et du module.[34]

- Nombre des panneaux :

$$N = \frac{P_{ch}}{\text{Puissance crête unitaire panneau}} \quad (\text{II.4})$$

- Nombre de branches en parallèles :

$$Np = \frac{Nm}{Ns} \quad (\text{II.5})$$

Avec :

Nm: Nombre total de panneaux photovoltaïques

Ns: Nombre de panneaux connectés en série

- Nombre de panneaux en séries :

$$Ns = \frac{V_{ch}}{V_n} \quad (\text{II.6})$$

Avec :

V_{ch} : Tension totale du champ.

V_n : La tension délivrée par un seul panneau photovoltaïque.

- **Dimensionnement des batteries**

Dans le processus de dimensionnement des batteries, l'objectif principal est de choisir le système de stockage approprié pour répondre aux besoins énergétiques pendant les heures sans ensoleillement, généralement la nuit. Pour accomplir cette tâche, plusieurs étapes sont suivies :[34]

Tout d'abord, on calcule l'énergie consommée (E_c) par les différents appareils alimentés par le système. Ensuite, on détermine le nombre de jours d'autonomie requis.

L'autonomie fait référence à la période pendant laquelle l'installation peut fonctionner uniquement sur la batterie, indépendamment des conditions météorologiques tout au long de l'année. Cela forme la base pour définir les caractéristiques nécessaires de la batterie.

Une autre considération essentielle est la profondeur de décharge acceptable pour le type spécifique de batterie utilisée. Il est important de noter que chaque batterie a une limite en termes de décharge, et si cette limite est dépassée, cela peut entraîner des dommages irréparables à la batterie.

Ainsi la capacité nominale d'une batterie (exprimée en Ampères-heures - Ah) est calculée en utilisant la formule suivante :

$$C_{ch} = \frac{(E_c \times N)}{(D \times U)} \quad (\text{II.7})$$

C_{ch} : représente la capacité du parc de batteries en Ampères-heures (Ah).

E_c : désigne l'énergie consommée par jour (Wh/j).

N : correspond au nombre de jours d'autonomie requis.

D : représente la profondeur maximale de décharge tolérée (généralement 0,8 pour les batteries au plomb).

U : est la tension nominale de la batterie (V).

- Pour le calcul du nombre de batterie en parallèles

$$N_p = \frac{C_{ch}}{C_{batterie}} \quad (\text{II.8})$$

- Pour le calcul du nombre de batterie en série

$$N_s = \frac{V_{ch}}{V_{batterie}} \quad (\text{II.9})$$

Avec :

V_{ch} : Tension du champ.

$V_{batterie}$: La tension de la batterie.

C_{ch} : Capacité totale du champ de batteries

- **Dimensionnement de l'onduleur**

L'onduleur est un dispositif électronique, a pour rôle essentiel de convertir le courant continu en courant alternatif, avec une fréquence précise. Le signal résultant peut prendre la forme d'une onde carrée ou sinusoïdale.[34]

Alors le choix d'un onduleur répulsif de courant repose sur plusieurs critères déterminants :

- La puissance nominale : C'est la puissance consommée par l'appareil en fonctionnement normal. Pour déterminer cette puissance nominale, il suffit d'additionner les puissances des équipements électriques éventuellement utilisés simultanément. Il est recommandé de choisir un onduleur avec une puissance légèrement supérieure à celle de l'équipement.[34]

- La puissance maximale : L'onduleur doit avoir la capacité de fournir une puissance élevée, généralement de 2 à 3 fois la puissance nominale. En général, si la puissance est correctement dimensionnée, la puissance maximale délivrée par ces onduleurs est adéquate[34]

- La tension d'entrée : Elle doit correspondre à celle de la batterie ou du régulateur de tension.[34]

- La tension de sortie : En Algérie, la norme est une tension de 220/230 V à une fréquence de 50 Hz.[34]

$$P_{\text{onduleur}} = \sqrt{(P^2 + Pr^2)} \quad (\text{II.10})$$

$$\text{Avec : } Pr = p \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \quad (\text{II.11})$$

Pr: Puissance réactive [KVAR].

P: Puissance crête du champ photovoltaïque

- **Dimensionnement du régulateur**

Le dimensionnement du régulateur de charge dépend de plusieurs paramètres, à savoir la tension, le courant d'entrée et le courant de sortie.[34]

La tension nominale du régulateur doit correspondre à celle du champ photovoltaïque, garantissant ainsi une compatibilité optimale entre les composants.[34]

Le courant d'entrée (I_e) est le courant de charge maximal que le module photovoltaïque peut délivrer. Les régulateurs doivent être en mesure de gérer ce courant sans difficulté. Une approche prudente pour estimer ce courant consiste à prendre 1,5 fois la valeur du courant maximum.[34]

Quant au courant de sortie (I_s) du régulateur, il doit être supérieur à la valeur maximale que le récepteur peut absorber simultanément. Ce courant peut être calculé en utilisant la formule suivante:

$$I_{max} = \frac{P_{ch}}{U} \quad (\text{II.12})$$

P_{ch} : La puissance crête du champ photovoltaïque peut être calculé :

$$P_{ch} = P_c \cdot N_p \cdot N_s \quad (\text{II.13})$$

Avec :

P_c : la puissance crête du PV.

N_p : nombre du PV en parallèle.

N_s : Nombre de PV en série.

En respectant ces paramètres de dimensionnement, on s'assure que le régulateur de charge est adapté de manière optimale aux caractéristiques du système photovoltaïque, assurant ainsi un fonctionnement fiable et efficace de l'ensemble du système. [34]

- **Le dimensionnement des câbles électriques solaires**

L'importance cruciale pour garantir le transfert efficace de l'énergie du module photovoltaïque au régulateur de charge. Les câbles solaires sont spécialement conçus pour résister aux conditions particulières associées à leur utilisation dans les systèmes solaires. Ils constituent la seule option capable d'assurer une durabilité à long terme (supérieure à 30 ans) tout en minimisant les pertes d'énergie.[34]

La résistance d'un câble n'est pas déterminée par la tension ou le courant qui le traverse, mais plutôt par la résistivité (ρ) du matériau utilisé (comme le cuivre, l'argent, le fer, etc.), la longueur du câble, sa section transversale et sa température.[34]

Parmi les matériaux conducteurs, le cuivre est largement préféré, avec une résistivité variant entre $16 \times 10^{-9} \Omega \cdot m$ à $0^\circ C$ et $17 \times 10^{-9} \Omega \cdot m$ à $25^\circ C$.[34]

La résistance d'un câble est calculée selon la formule suivante :

$$R = \frac{\rho \times L}{S} \quad (II.14)$$

Où :

- représente la résistance du câble en ohms (Ω).
- ρ est la résistivité du matériau conducteur en ohms par mètre ($\Omega \cdot m$).
- désigne la longueur du câble en mètres (m).
- est la section transversale du câble en mètres carrés (m^2).

En prenant en compte ces facteurs et en choisissant des câbles solaires appropriés, on garantit une transmission efficace de l'énergie, minimisant les pertes et maximisant la performance globale du système photovoltaïque.[34]

II-7-Conclusion

Ce chapitre a joué un rôle central dans notre projet, mettant en lumière deux éléments cruciaux : le dimensionnement du site de la station et celui des sources d'énergie renouvelable. Nous avons mené une évaluation approfondie des caractéristiques de notre site, en tenant compte de son environnement géographique et climatique. Cette étape nous a permis de mieux appréhender les conditions auxquelles notre système d'énergie renouvelable devra répondre.

Parallèlement, nous avons étudié diverses sources d'énergie renouvelable, notamment le solaire, l'éolien et la biomasse. En évaluant leur capacité potentielle à produire de l'électricité, nous avons jeté les bases du dimensionnement de notre système énergétique. L'intégration harmonieuse de ces deux aspects, à savoir le site et les énergies renouvelables, s'avère essentielle pour la réussite de notre projet. En somme, ce chapitre constitue un socle solide pour nos futures analyses financières et économiques.

Liste des références chapitre II

23. Charef, M., et al., *Caractérisation électrochimique d'une membrane Nafion longuement utilisée comme séparateur dans une pile à combustible microbienne*.
24. Ferkous, K., *Etude d'une chaîne de conversion d'énergie éolienne*. Mémoire de Magister, Université Mentouri Constantine, 2009.
25. Pouet, J.-C., *2 AVANT-PROPOS-La biomasse, une énergie renouvelable a fort potentiel de développement*. Pollution Atmosphérique, 2009. **51**(201): p. 9.
26. Bal, J.-L. and B. Chabot, *Les énergies renouvelables. État de l'art et perspectives de développement*. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science, 2001. **333**(12): p. 827-834.
27. Agnès, L., *L'ENERGIE ELECTRIQUE*. 2008.
28. Semaoui, S. and H. Amar, *Etude de l'électrification d'un village avec de l'énergie solaire photovoltaïque*. 2004.
29. Maroua, A., *Etude expérimentale de l'effet de la poussière et de fientes des oiseaux sur le fonctionnement des panneaux solaires photovoltaïques pour le site de M'sila*. 2022, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA.
30. Labouret, A. and M. Viloz, *Energie solaire photovoltaïque*. Vol. 3. 2006: Dunod Paris.
31. Favre, W., *Silicium de type n pour cellules à hétérojonctions: caractérisations et modélisations*. 2011, Paris 11.
32. Mambrini, T., *Caractérisation de panneaux solaires photovoltaïques en conditions réelles d'implantation et en fonction des différentes technologies*. 2014, Paris 11.
33. Merrahi, F., *Alimentation et commande d'une machine asynchrone à double alimentation (Application à l'énergie éolienne)*. 2007, Alger, Ecole Nationale Polytechnique.
34. Etude d'une installation hybride (photovoltaïque -réseau): application l'aire de repos les Zianides Amina FERDJI, Nour El Houda KADRI Directeur: Mme. LASSOUANI Fatiha/Co-directeur: Mme. FARADJI Djamilia Née KHERBOUCHE, mémoire master 2022
35. DJAFOUR, A., M.S. AIDA, and B. AZOUI, *Etude d'un système photovoltaïque de production d'énergie à base d'hydrogène vert*. 2015.
36. Llibre, J.-F., P. Pinel, and E. Campo, *Dimensionnement d'un générateur photovoltaïque pour un système communicant autonome*. CNR IUT, 2006: p. EB2_05.
37. Kassmi, K., M. Hamdaoui, and F. Olivie, *Conception et modélisation d'un système photovoltaïque adapté par une commande MPPT analogique*. Revue des Energies Renouvelables, 2007. **10**(4): p. 451-462.

Chapitre III : simulation et discussion

III-1-Présentation du logiciel HOMER

III-1-1-Introduction

HOMER Pro est l'évolution du logiciel HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewable), qui a été développé par le National Renewable Energy Laboratory (NREL) dans États-Unis en 1990. La version Pro du logiciel est conçue pour offrir des fonctionnalités avancées et une interface plus intuitive. [38]

III-1-2-Définition

HOMER Pro est un logiciel de conception et d'analyse de systèmes énergétiques hybrides. Il permet la modélisation, la simulation et l'optimisation de systèmes énergétiques qui combinent plusieurs sources d'énergie telles que les énergies renouvelables (solaire, éolienne et hydraulique), les générateurs diesel, les batteries et les réseaux électriques.[38]

III-1-3-Le rôle

Le logiciel HOMER Pro permet la conception de systèmes d'alimentation hybrides personnalisés pour répondre aux besoins en énergie d'une grande variété d'applications, des villages éloignés et des stations de télécommunications. Il comprend une interface utilisateur intuitive qui permet la sélection des composants du système d'alimentation, l'optimisation de la taille et de la configuration du système, l'analyse des performances du système, l'optimisation des coûts et la génération de rapports détaillés. [38]

HOMER Pro utilise des algorithmes d'optimisation avancés pour trouver la configuration de système d'énergie hybride la plus rentable et la plus efficace en fonction de critères de performance et de coût définis par l'utilisateur. Il fournit également des capacités de modélisation de la demande de puissance et de simulation de génération, ainsi que des outils de visualisation pour aider les utilisateurs à comprendre les performances du système d'alimentation hybride. [39]

En résumé, HOMER Pro est un puissant outil de conception et d'analyse de systèmes énergétiques hybrides qui fournit des capacités de modélisation, de simulation et d'optimisation pour aider les utilisateurs à trouver la configuration la plus recommandée et la plus efficace pour leurs besoins énergétiques spécifiques. [39]

III-1-4-Les étapes

Le logiciel HOMER Pro est facile à utiliser et son interface est similaire à un logiciel traditionnel tel que se compose de trois parties importantes : le premier est la définition du système, le second est la ressource et le troisième est les résultats. [39]



Figure III-20: la fenêtre du logiciel HOMER

-La première étape qui peut être appliquée dans ce logiciel est la définition du site, aussi de sélectionner le nom du projet et l'emplacement du site du projet dans la fenêtre CONCEPTION (desing).

Dans cette partie permet de sélectionner les équipements inclus dans le système modélisé par les différentes options présentées dans cette figure.



Figure III-21: les équipements de logiciel HOMER

Une fois les équipement sont sélectionnés, ils seront affichés dans la fenêtre (schematic) schéma du système comme illustré à la figure « 3 » et les ressources requises pour l'appareil sélectionné seront affichées dans la fenêtre (des ressources) comme indiqué à la figure « 4».



Figure III-22: schéma du système

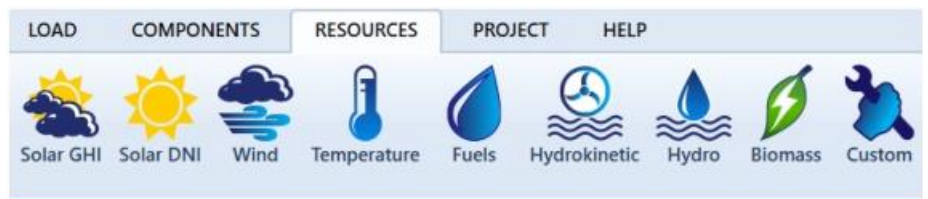


Figure III-23: les ressources

Ces deux parties disposent d'une fenêtre de saisie pour chaque symbole. Ce sont les données fournies pour exécuter la simulation. Les données saisies sont des données concernant consommation d'énergie et les équipements (panneaux photovoltaïques, éoliennes, générateurs, onduleurs, batteries et autres équipements).[38]

Après avoir saisi ces données, on peut demander à HOMER de les calculer en cliquant sur l'icône correspondante (calculat). Une fois que le calcul est terminé, de nombreux résultats sont obtenus car il est possible d'entrer de nombreuses configurations différentes pour un même type de système. Il est possible de visualiser la liste des résultats de deux manières : "categorized" et "overall".[38]

Si l'option choisie est "categorized", la liste affiche l'option la plus économique pour chaque catégorie de système et donc par type de système. Tel que HOMER ne montrera que la meilleure option pour tous système, même si la simulation a été effectuée avec différentes configurations. En revanche, avec l'option "overall", HOMER affiche tous les systèmes sur la même liste. Le premier résultat affiché est le plus économique parmi tous les types de systèmes simulés.[38]

Il est essentiel de se souvenir que le premier résultat présenté dans la liste des résultats HOMER correspond toujours au système le plus économique trouvé selon le coût à valeur actuelle « NetPresentCost» parmi tous les systèmes et toutes les configurations simulées

HOMER permet également d'accéder à des détails tels que le résumé des coûts, le flux monétaire, des informations sur l'électricité (production, consommation, excès d'énergie, etc), des détails sur l'énergie et la puissance offerte par les équipements (panneaux, batteries, convertisseur), le détail des émissions, et enfin les données simulées peuvent être visualisées heure par heure.

III-2-Application HOMER pour l'alimentation de la station de traitement de lixiviat

La consommation électrique de la station est en fonction par plusieurs paramètres, tels que la taille de la station, le type de traitement utilisé et le débit de lixiviat traité.

De même les stations d'épuration de lixiviat possèdent une quantité importante d'énergie pour faire fonctionner les équipements essentiels au traitement des eaux usées. Les sources principales de consommation électrique contiennent des pompes utilisées pour transmettre l'eau vers plusieurs étapes de traitement, les systèmes de prescription, les systèmes de filtration, ainsi que les équipements de surveillance et de contrôle.

Dans cette partie on présente une étude de technique efficace et développées utilisant l'outil de dimensionnement HOMER PRO pour concevoir un système comprend les énergies renouvelables destiné à alimenter une station de traitement de lixiviat.

Le site déterminé à Tlemcen et plus précisément dans la commune de Chetouane .



Figure III-24: Localisation du site

L'architecture du système simulé, analysée et dimensionner sous HOMER pour étudier la disponibilité énergétique.

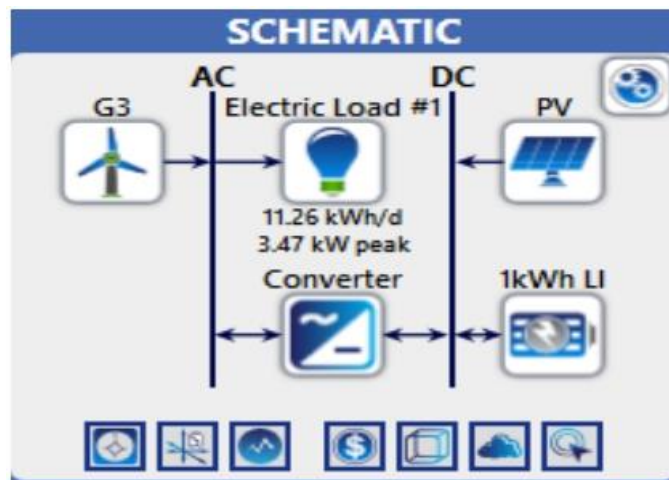


Figure III-25:Schéma du système conçu avec HOMER

Ce système contient :

- D'un générateur photovoltaïque comme source d'énergie renouvelable.
- D'un générateur éolien comme source d'énergie renouvelable.
- D'un système de batterie pour le stockage d'énergie électrique.
- D'un convertisseur DC/AC bidirectionnel.
- D'une charge simulant la consommation de l'utilisateur final.

III-2-1-Le dimensionnement de chaque composant III-2-

1-1-dimensionnement du générateur photovoltaïque

Pour l'étude du système optimal, la simulation réalisée par HOMER prend en compte des différents paramètres tels que :

- L'ordre de grandeur des coûts : l'investissement [\$].
- Le remplacement [\$].
- Les frais des opérations et de maintenances (O & M) [\$/an].

Le panneau de type : Generic flat plate PV

The screenshot shows the configuration window for a 'Generic flat plate PV' component in HOMER software. The interface includes the following sections and data:

- Name:** Generic flat plate PV, **Abbreviation:** PV
- Properties:** Name: Generic flat plate PV, Abbreviation: PV, Panel Type: Flat plate, Rated Capacity (kW): 1, Manufacturer: Generic, www.homerenergy.com, Notes: This is a generic PV system.
- Cost Table:**

Capacity (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	2,500.00	2,500.00	10.00
- Lifetime:** time (years): 25.00
- Sizing:** HOMER Optimizer™ (selected), Search Space, Advanced
- Site Specific Input:** Derating Factor (%): 80.00
- Electrical Bus:** AC, DC (selected)

Figure III-26: Caractéristique d'un générateur photovoltaïque

Afin de prendre en compte toutes les informations nécessaires concernant le coût de l'étude, y compris le capital et le remplacement des panneaux solaires, il est essentiel d'inclure les détails relatifs au système de contrôle, au câblage des équipements et même à l'installation du système.

Month	Clearness Index	Daily Radiation (kWh/m ² /day)
Jan	0.553	2.820
Feb	0.581	3.730
Mar	0.567	4.670
Apr	0.589	5.870
May	0.598	6.640
Jun	0.627	7.230
Jul	0.647	7.300
Aug	0.611	6.320
Sep	0.583	5.130
Oct	0.565	3.920
Nov	0.539	2.900
Dec	0.533	2.500

Annual Average (kWh/m²/day): 4.92

Figure III-27: Indice de clarté et rayonnement quotidien de l'endroit d'étude

Le tableau présente les données de rayonnement quotidien moyen pour le module solaire réfléchi, en utilisant les informations météorologiques de la NASA spécifiques à notre emplacement. À partir de ce tableau, le rayonnement quotidien (exprimé en kWh/m²/jour) est présenté pour chaque mois de l'année, en fonction de l'indice de clarté. Il est important de noter que plus l'indice de clarté est élevé, plus le niveau d'ensoleillement est élevé. Cela est dû à divers facteurs tels que la présence de particules de poussière, d'humidité, etc., qui indiquent l'indice de clarté et limitent ainsi le flux d'irradiance solaire au niveau du sol.

Ainsi L'un des facteurs les plus critiques pour réduire l'indice de clarté est la présence d'humidité dans l'air, un élément qui est absent dans notre zone d'étude.

De même, l'irradiance quotidienne moyenne est 4.92 kWh/m²/jour.

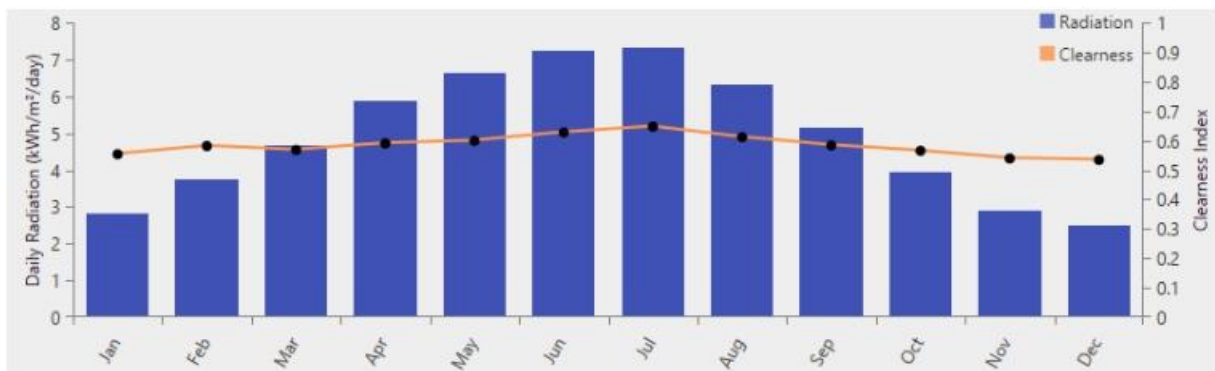


Figure III-28: Irradiance solaire

III-2-1-2-dimensionnement du générateur éolien

HOMER dispose d'une bibliothèque de composants contenant différents types d'éoliennes. Une fois le type d'éolienne sélectionné, les propriétés spécifiques s'affichent automatiquement. Pour notre étude, nous avons choisi de travailler avec une éolienne de 3 kW, du type "Generic 3kW".

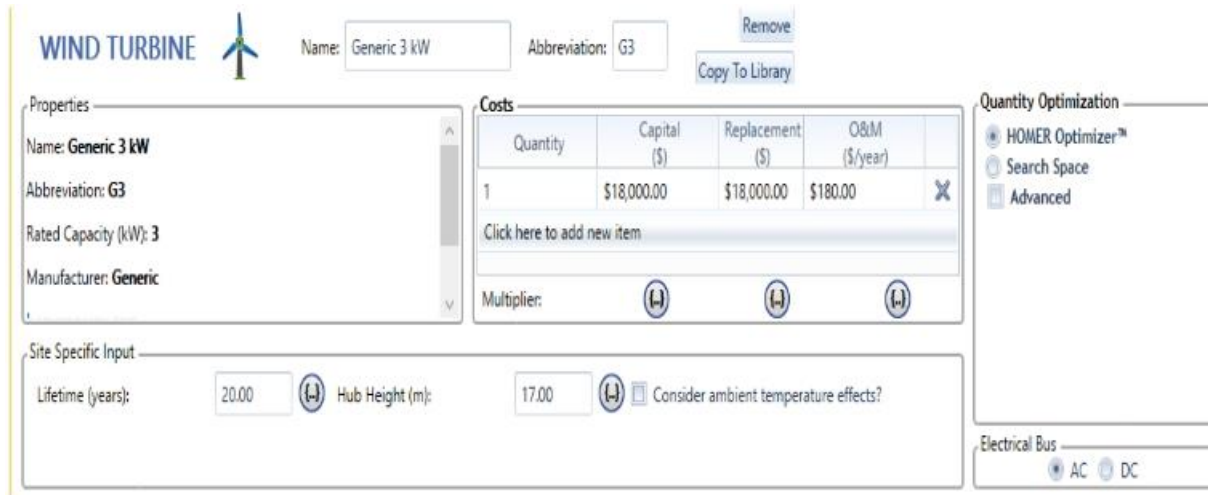


Figure III-29: Caractéristique d'un générateur éolien

Month	Average (m/s)
Jan	6.030
Feb	5.930
Mar	5.630
Apr	5.580
May	4.860
Jun	4.420
Jul	4.200
Aug	4.190
Sep	4.410
Oct	4.900
Nov	5.920
Dec	6.090

Annual Average (m/s): 5.18

Figure III-30: Les données de la vitesse du vent

Le tableau illustre les variations de la vitesse du vent du générateur éolien examiné pour un emplacement spécifique, en tenant compte des données du centre météorologique de la NASA. Toutefois, il est notable que cette vitesse est plus élevée pendant les mois d'hiver, avec une moyenne de 5.18 m/s, tandis qu'elle diminue pendant les mois d'été.



Figure III-31: La vitesse du vent en fonction des mois

III-2-1-3- Dimensionnement d'un système de batterie pour le stockage d'énergie

Pour le système de stockage logiciel HOMER a un catalogue de choix de batterie, et qui affiche par défaut la batterie au plomb-acide

Dans notre étude, nous avons choisi des batteries de la technologie : Generic 1kWh Li-Ion, pour des raisons suivantes :

- Les batteries Li-ion ont une densité énergétique plus élevée que les batteries au plomb-acide, ce qui signifie qu'elles peuvent stocker plus d'énergie par unité de poids ou de volume.
- Les batteries Li-ion sont beaucoup plus légères et compactes que les autres batteries.
- Les batteries Li-ion ont généralement une durée de vie plus longue.
- les batteries au plomb-acide se déchargent plus rapidement lorsqu'elles ne sont pas utilisées, ce qui nécessite une recharge plus fréquente.
- Les batteries Li-ion ont une meilleure performance de décharge, ce qui signifie qu'elles peuvent fournir une tension plus stable pendant leur utilisation.
- ce type ne nécessite pas d'entretien.

Category	Parameter	Value
Cost	Quantity	1
	Capital (\$)	550.00
	Replacement (\$)	550.00
O&M (\$/year)	O&M (\$/year)	10.00
	Lifetime	15.00 years
Throughput	throughput (kWh)	3,000.00
Idealized Battery Model	Nominal Voltage (V)	6
	Nominal Capacity (kWh)	1
	Nominal Capacity (Ah)	167
	Roundtrip efficiency (%)	90
	Maximum Charge Current (A)	167
	Maximum Discharge Current (A)	500

Figure III-32: Caractéristique de la batterie

III-2-1-4- Dimensionnement d'un convertisseur DC/AC bidirectionnel

La simulation effectuée par HOMER pour déterminer le système optimal dépend de la puissance fournie par le convertisseur bidirectionnel.

Properties

Name: System Converter
 Abbreviation: Converter
www.homerenergy.com
 Notes: This is a generic system converter.

Costs

Capacity (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	\$300.00	\$300.00	\$0.0

Click here to add new item

Inverter Input

Lifetime (years): 15.00
 Efficiency (%): 95.00
 Parallel with AC generator?

Rectifier Input

Relative Capacity (%): 100.00
 Efficiency (%): 95.00

Figure III-33: Les données d'un convertisseur DC/AC bidirectionnel

III-2-1-5- Dimensionnement de la charge

La consommation du site :les données prise de l'entreprise sur la consommation électrique de la station de traitement de lixiviat

Hour	Load (kW)
9	0.000
10	116.780
11	251.390
12	478.200
13	544.140
14	671.580
15	720.820
16	776.000
17	679.740
18	0.000

Figure III-34: Les données de la consommation du site

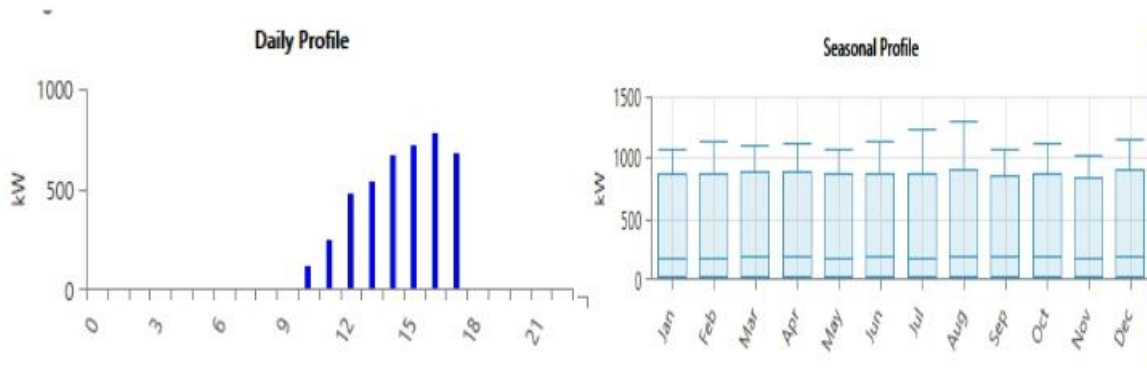


Figure III-35: Variation de charge horaire (KW) Figure III-36: charge mensuelle moyenne mise à l'échelle

Dans cette figure, on peut observer le profil moyen de la charge par heure. Tans dit que dans la station est en marche presque 7h par jour, c'est pour sa on remarque que la consommation est de 10h à 17h et les autres heurs leurs consommation est nulle car la station est en état d'arrêt. De même on constate que la charge atteint un pic d'environ 776 kW à 16h00.

Et la deuxième représente la variation mensuelle moyenne du profil de charge. On remarque que la demande est presque pareille durant tous les mois de l'année.

III-2-2-Résultats de la simulation et interprétations

HOMER effectue la simulation du système en évaluant toutes les combinaisons des composants spécifiés. Il exclut également les résultats des configurations de systèmes irréalisables qui ne satisfont pas aux contraintes. Seules les configurations réalisables sont affichées en tant que résultats d'optimisation.

Les résultats obtenus :

Architecture							Cost			System		PV	
PV (kW)	G3	1kWh L	Converter (kW)	Dispatch	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	Capital Cost (\$)	Production (kWh/yr)	
7.95		17	4.11	CC	\$37,330	\$0.703	\$531.48	\$30,460	100	0	19,876	12,788	
7.50	1	16	4.25	CC	\$58,164	\$1.09	\$877.16	\$46,825	100	0	18,750	12,064	
5	34		3.04	CC	\$144,921	\$2.73	\$2,731	\$109,613	100	0			

Figure III-37: Résultat de la simulation

L'étude de cas comprend plusieurs combinaisons de sources d'alimentation adaptées à l'emplacement spécifique de l'étude, en fonction d'un profil de charge donné. Parmi ces combinaisons, trois configurations possibles sont affichées, chacune ayant des coûts d'énergie actualisés (COE) et d'autres paramètres différents et qui sont classés par le cout net actuel (NPC).

-Système PV/éolien avec batterie de stockage.

-Système PV avec batterie de stockage. -

Système éolien avec batterie de stockage.

D'une part le système optimale est une combinaison de 8 panneaux solaire pour atteindre les 7.95 kw , 17 batteries et de 5 convertisseurs DC/AC pour atteindre les 4.11 kw, ce système offre un cout de 37330 \$.

D'autre part la configuration du système hybride est une combinaison de 8 panneaux solaires pour atteindre les 7.5 kw , d'une éolienne , de 5 convertisseurs DC/AC pour atteindre les 4.25 kw et de 16 batteries pour le stockage. Cette configuration offre un coût total net de 58164 \$ par an .

III-2-2-1- Système hybride

Les détails de la production mensuelle d'énergie de chaque générateur :



Figure III-38: Puissance moyenne mensuelle produite par chaque source

Il est remarquable que 100 % de la production d'énergie provient de sources renouvelables, avec une contribution de 71.9% de la production provenant des panneaux photovoltaïques et 28.1 % provenant du système éolien. La production totale estimée s'élève à 16778kWh par an, dont 12064 kWh sont générés par les panneaux solaires et le reste par les éoliennes. Ces chiffres de simulation mettent en évidence l'accent mis sur l'utilisation des générateurs d'énergie renouvelable pour notre système hybride.

-Le profils de production journalière du Pv et éolienne

Chapitre III : discussion et simulation

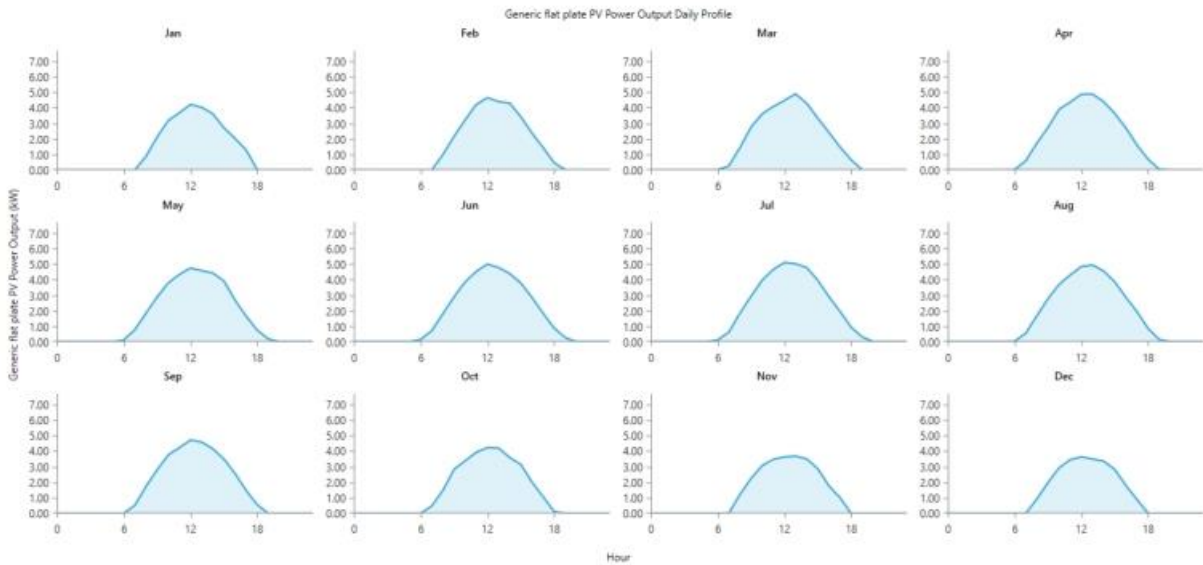


Figure III-39: Profils de production journalière pv

Les profils de production quotidienne du système photovoltaïque (PV) révèlent que la production solaire reste élevée en raison d'une irradiance solaire élevée. Cependant, en raison de la réduction des heures d'ensoleillement, la production solaire peut être limitée pendant certaines périodes de l'année. En particulier, on observe des réductions significatives de la production solaire en novembre, décembre et janvier, ce qui correspond à une période de faible ensoleillement. Cette tendance peut être clairement observée dans la figure, qui représente les profils de production quotidienne du système PV.

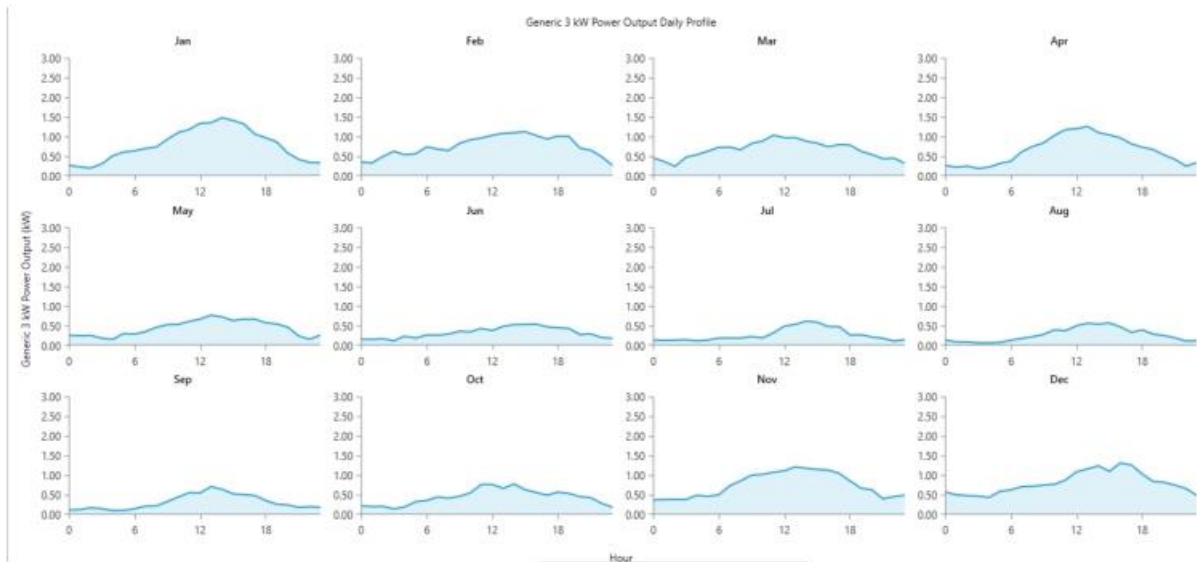


Figure III-40: Profils de production journalière d'éolienne

Le profil de production de l'éolienne présente une caractéristique distincte par rapport au profil solaire. Contrairement au profil solaire qui est plus influencé par la période du jour, l'éolienne produit de l'électricité de manière plus uniforme tout au long de la journée et de l'année. La production éolienne reste généralement comprise entre 0,5 kW et 1,5 kW, à l'exception des heures situées après minuit jusqu'au petit matin où la production peut être légèrement plus faible. Le profil de production de l'éolienne est illustré dans la Figure fournissant ainsi une représentation visuelle de ces variations de production d'énergie éolienne sur une base horaire.

□ **Générateur photovoltaïque :**

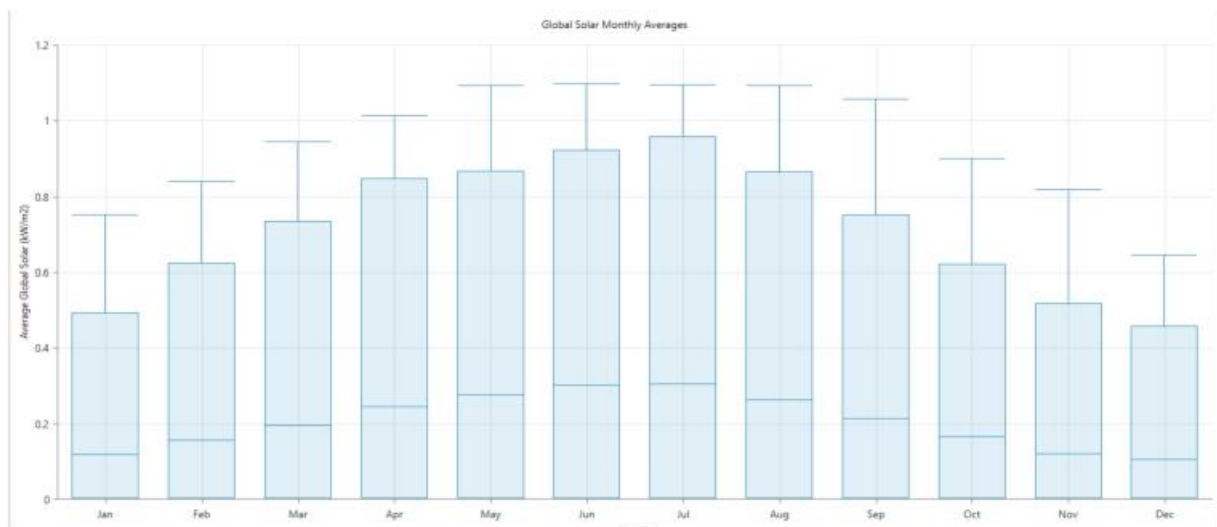


Figure III-41: L'enseillement solaire

Pour le générateur photovoltaïque l'enseillement annuel est représenté par Le générateur photovoltaïque a un très bon potentiel le long de l'année. En effet, les puissances moyennes mensuelles maximales sont supérieures à 4.5 KW durant l'année. Le mois de l'année le plus favorable c'est juillet ou la puissance moyenne mensuelle maximale atteinte est de 5.7 KW. Par contre le mois de décembre est le plus défavorable avec une puissance moyenne de 4.5K

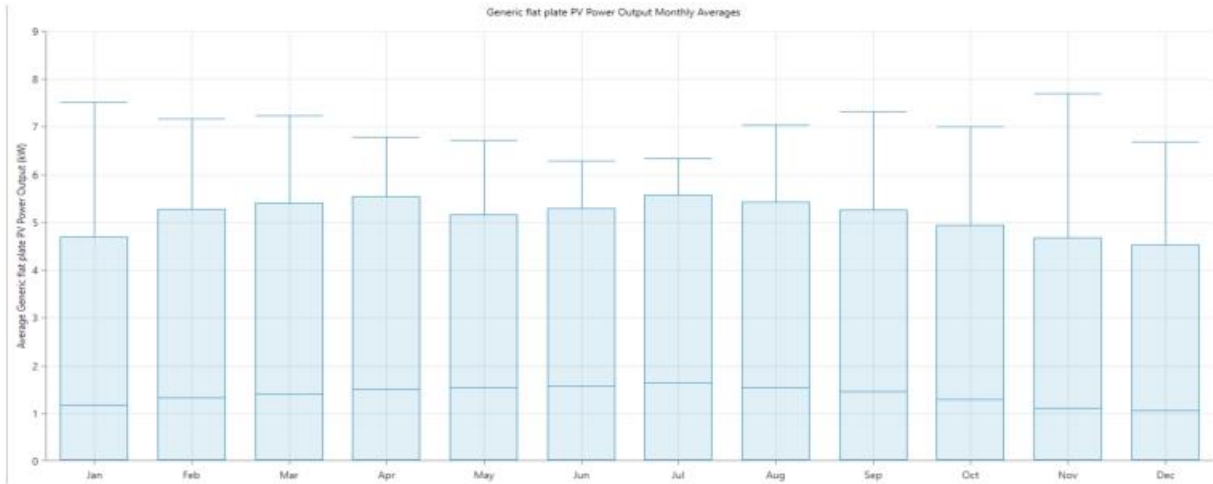


Figure III-42: Représentation de puissance moyenne du PV

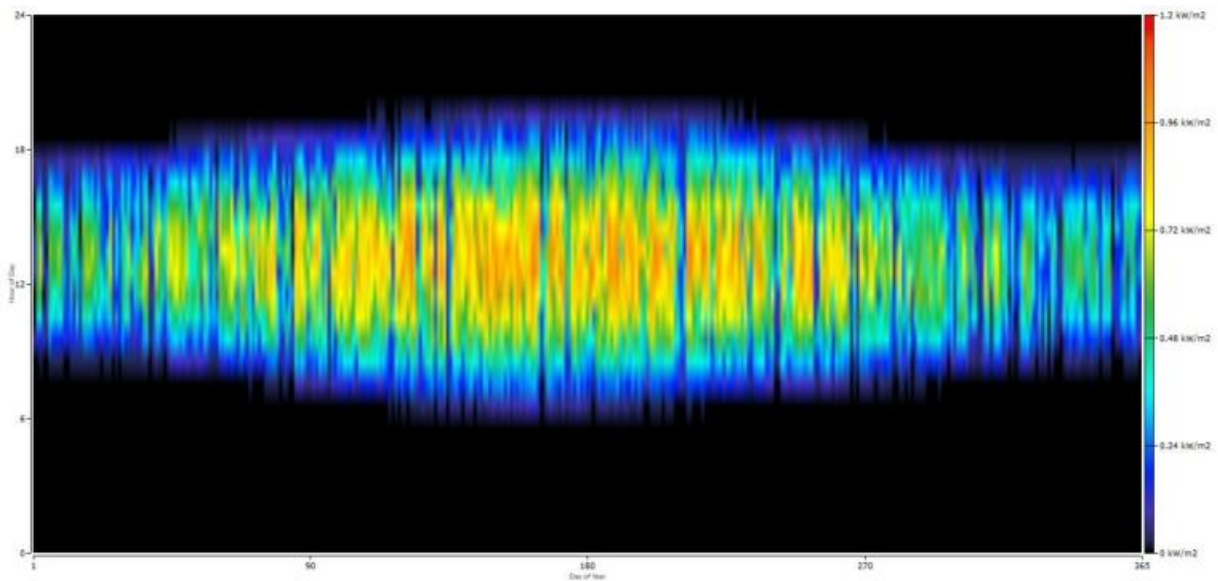


Figure III-43: La représentation de Dmap de la production photovoltaïque

en examinant la représentation Dmap de la figure, on observe que la production photovoltaïque se manifeste principalement pendant les heures de la journée où l'ensoleillement solaire atteint son pic. Cette corrélation est particulièrement visible pendant les mois d'été, où l'intensité de la lumière solaire est plus élevée.

□ **Générateur éolien :**

La vitesse du vent durant l'année :

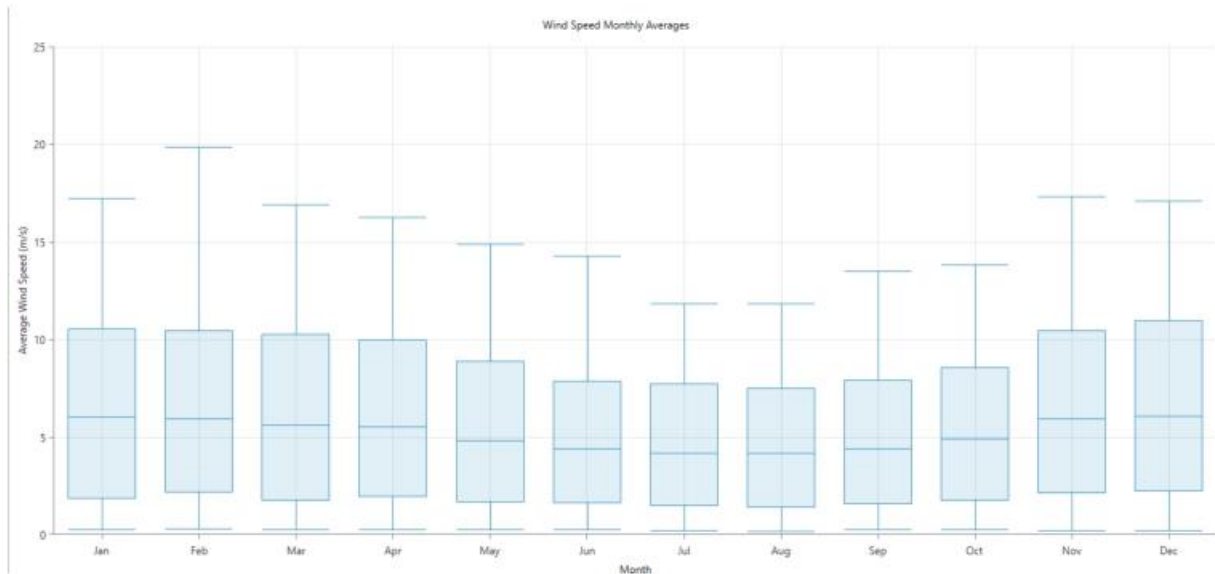


Figure III-44: La vitesse du vent

Il est observé que la puissance produite par le générateur éolien est directement liée à la vitesse du vent. La production d'énergie est plus élevée pendant les mois d'hiver par rapport aux autres saisons, comme clairement illustré dans la figure . Cette relation entre la vitesse du vent et la production d'énergie éolienne met en évidence le fait que les mois d'hiver offrent des conditions plus favorables en termes de vent, ce qui se traduit par une production d'énergie plus élevée.

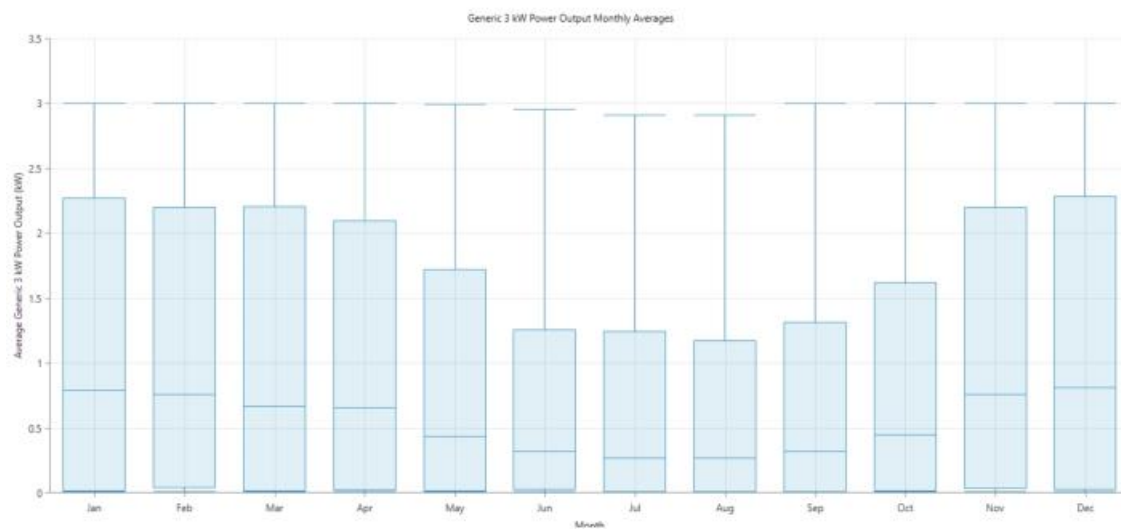


Figure III-45: Représentation de la puissance mensuelle moyenne de l'éolienne

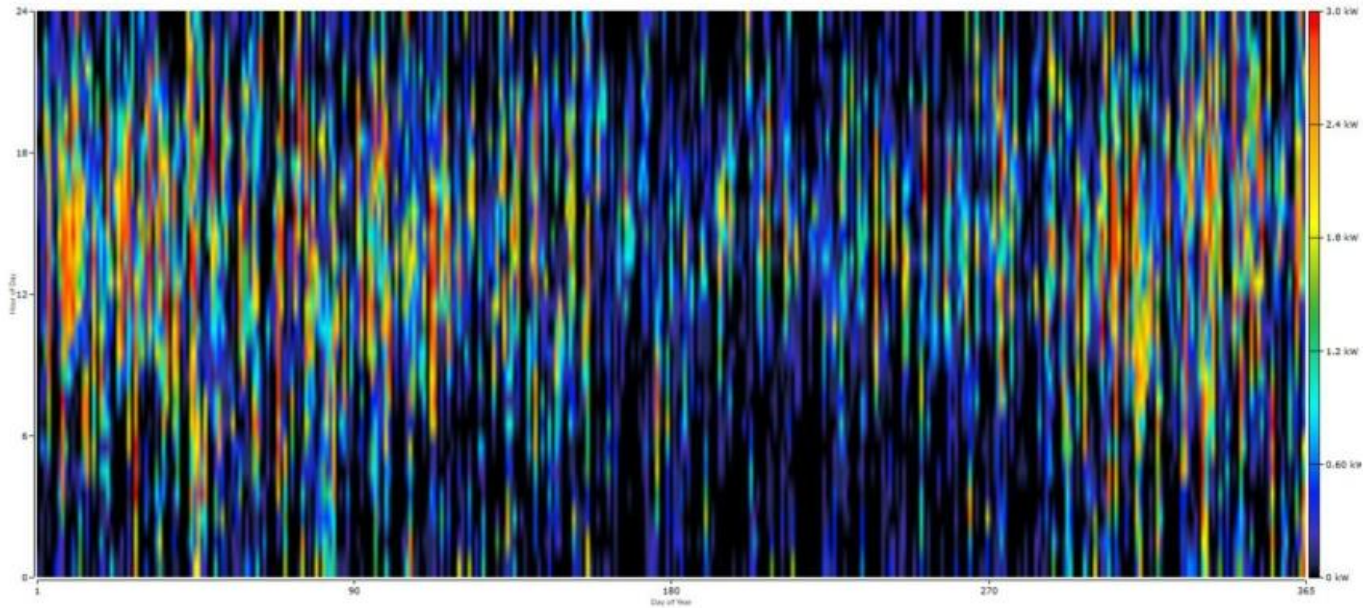


Figure III-46: La représentation Dmap de la production éolienne

Dans cette figure on peut observer une représentation Dmap du générateur éolien. Ce type de graphique met en évidence une année de données horaires, où chaque heure de l'année est représentée par une couleur qui indique une information spécifique ou une valeur de données particulière.

Cette présentation permet une visualisation claire et concise des informations, ce qui facilite leur interprétation. En examinant cette figure, on observe que la production d'énergie éolienne est présente tout au long de l'année, avec une diminution pendant les mois d'été en raison de la baisse de la vitesse du vent. Cette tendance est clairement visible grâce à la représentation Dmap, qui met en évidence les variations saisonnières de la production éolienne en fonction de la vitesse du vent.

□ **L'étude de l'état de charge des batteries :**

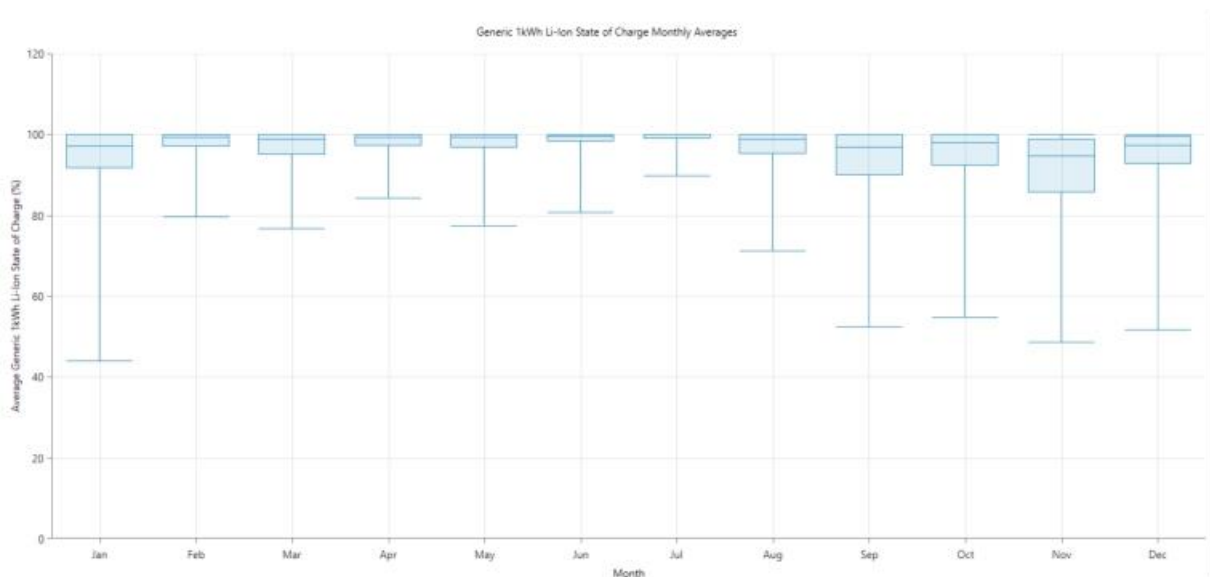


Figure III-47: Etat de charge mensuelle des batteries Li-Ion

Il est pertinent de souligner que l'état de charge des batteries (State of Charge - SOC) reste toujours compris entre une valeur minimale de 42% (min SOC) et une valeur maximale de 100% (max SOC) tout au long de l'année, comme illustré dans la figure. Cela signifie que les batteries sont maintenues dans une plage de charge optimale, ce qui garantit leur bon fonctionnement et leur capacité à fournir de l'énergie lorsque cela est nécessaire.

-cette figure montre les cycles annuels de charge et de décharge des batteries

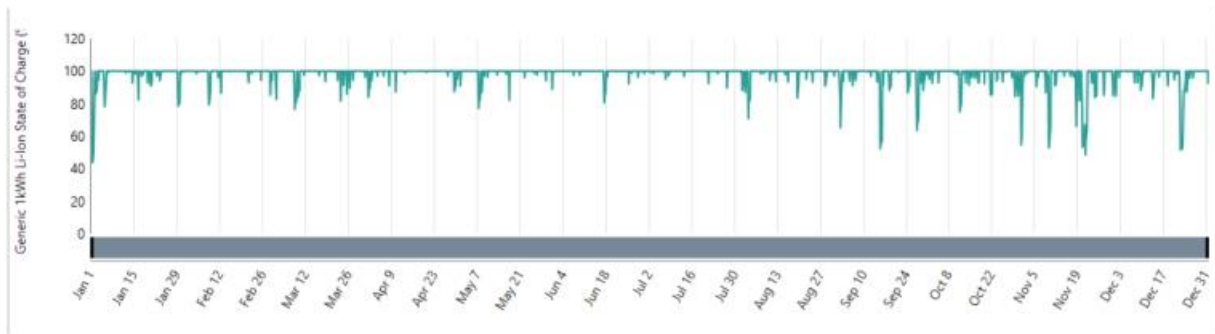
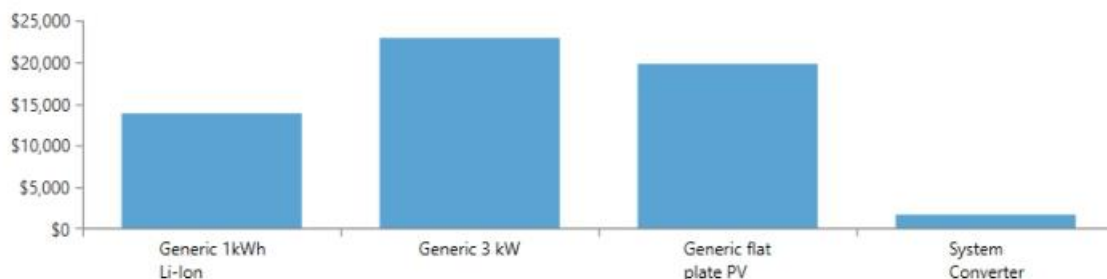


Figure III-48: Evolution journalière de l'état de charge des batteries Li-ion

Il est observé que les batteries subissent un cycle important de charge et de décharge pendant les mois où la production d'énergie renouvelable est maximale. Cela est également lié à la consommation quotidienne d'énergie pendant les mois d'automne, d'hiver et de printemps. La variation de l'ensoleillement moyen et de la vitesse du vent en fonction de la période de l'année influence également le cycle de charge et de décharge de la batterie. Parfois, cela peut entraîner des périodes prolongées de charge des batteries, ce qui peut être à la fois un inconvénient et un danger de détérioration. Pour remédier à cela, il est possible d'installer des outils informatiques capables de déconnecter les batteries en cas de surcharges, afin de prévenir tout dommage potentiel.

□ **Analyse des coûts de système hybride :**



Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
Generic 1kWh Li-Ion	\$8,800.00	\$3,733.61	\$2,068.40	\$0.00	(\$702.70)	\$13,899.31
Generic 3 kW	\$18,000.00	\$5,738.53	\$2,326.95	\$0.00	(\$3,234.03)	\$22,831.45
Generic flat plate PV	\$18,750.00	\$0.00	\$969.56	\$0.00	\$0.00	\$19,719.56
System Converter	\$1,275.00	\$540.95	\$0.00	\$0.00	(\$101.81)	\$1,714.14
System	\$46,825.00	\$10,013.09	\$5,364.92	\$0.00	(\$4,038.55)	\$58,164.46

Figure III-49: Le cout total du système

Le diagramme donne le coût total net (NPC), ce dernier est une mesure qui permet d'évaluer l'investissement global nécessaire pour le système hybride et tient compte des dépenses à long terme liées à son fonctionnement et à son entretien.

Le coût total net (NPC) du système hybride, qui englobe principalement les coûts totaux de chaque composant, tels que les panneaux photovoltaïques, les éoliennes, les batteries et le convertisseur, y compris les coûts de remplacement en capital, les coûts d'opérations de maintenance et de récupération. et le tableau représente les frais financiers du système.

En conclusion, selon les résultats d'optimisation obtenus par HOMER, le coût total nécessaire pour réaliser ce projet est estimé à environ 58164.46 \$ sur toute la durée de vie du projet. Ce montant inclut les investissements initiaux, les coûts d'exploitation, de maintenance et de remplacement des composants du système hybride. Il s'agit d'une estimation du coût global du projet et peut servir de référence pour évaluer la viabilité économique de l'installation.

III-3-2-2- Système photovoltaïque :

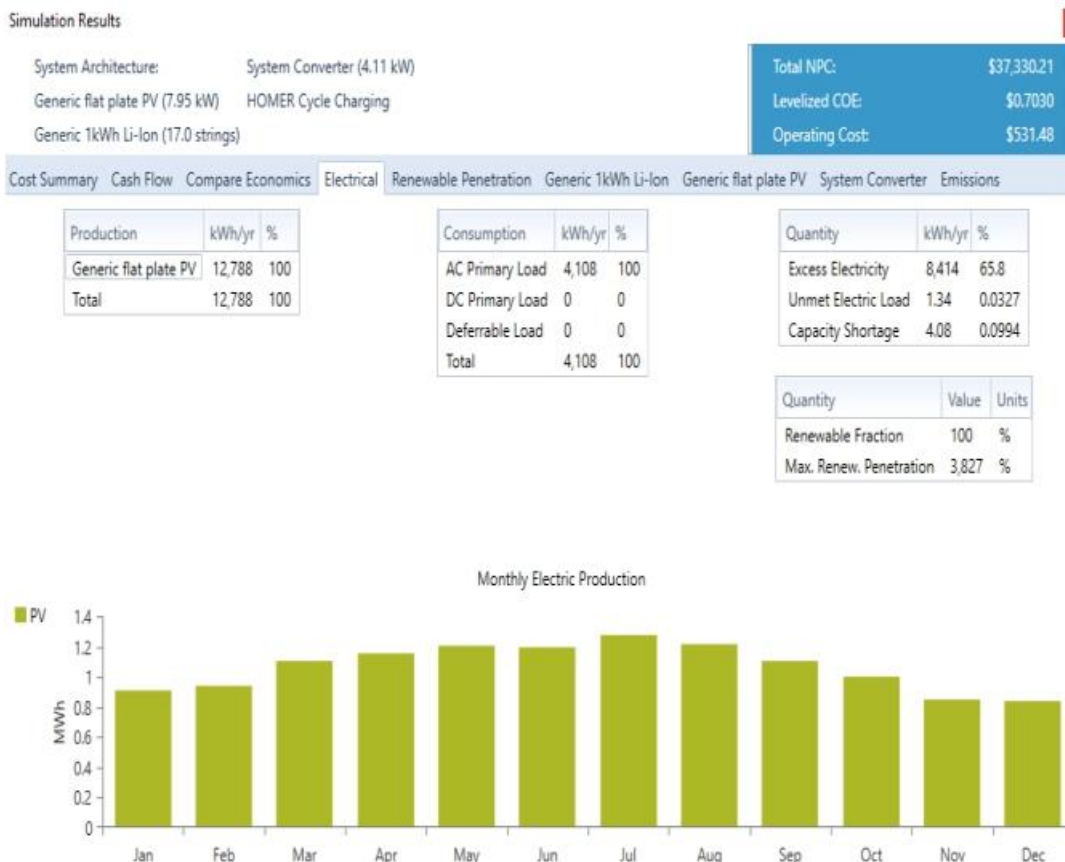


Figure III-50: Résultat obtenu d'un système PV

-Comparaison entre les deux systèmes :

D'après les résultats obtenus on remarque que l'installation d'un système hybride est plus coûteuse en raison de la nécessité d'installer plusieurs composants tels que des éoliennes et des systèmes de stockage d'énergie. En comparaison, un système PV seul est plus économique en termes d'investissement initial.

Mais on observe que le système PV seul a une charge électrique non satisfaite (unmet electric load) avec une valeur de 1.34 kwh/an, cela signifie qu'il y a un déséquilibre dans la distribution des charges électriques dans un système. En d'autres termes, il y a une accumulation de charges électriques quelque part dans le système qui ne peut pas être équilibrée par des charges électriques de signe opposé ailleurs dans le système.

En outre le système hybride offre la possibilité d'utiliser plusieurs sources d'énergie, telles que l'énergie solaire et éolienne, ce qui permet d'avoir une production d'énergie plus diversifiée et potentiellement plus stable. En revanche, un système photovoltaïque (PV) seul dépend exclusivement de l'ensoleillement pour produire de l'électricité.

L'avantage d'un système hybride réside dans sa capacité à compenser les fluctuations de production d'une source avec une autre, ce qui augmente la fiabilité de l'approvisionnement en énergie. Dans ce cas lorsque l'ensoleillement est faible, l'énergie éolienne peut prendre le relais. Par contre, dans un système PV seul, la production d'électricité est directement liée à l'ensoleillement, ce qui peut entraîner des variations plus marquées.

Alors La décision entre un système hybride et un système PV seul dépendra des besoins spécifiques de l'entreprise, de la disponibilité des ressources naturelles (soleil, vent) et des contraintes budgétaires.

III-3-Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté différents résultats d'optimisation et de dimensionnement du système hybride à base d'énergies renouvelable avec des batteries de stockage qui alimente une station de traitement de lixiviat qui se situe dans le centre d'enfouissement de Tlemcen à l'aide d'un logiciel HOMER PRO , ce dernier nous a permis de prendre en compte la faisabilité technique , économique du système et de faire une comparaison d'autres systèmes proposés .

Ainsi il permet d'étudier les divers paramètres indépendants qui influencent la faisabilité d'un système énergétique. Parmi ces paramètres, on peut citer la taille optimale des sources d'énergie, leur capacité, la disponibilité et la contribution de chaque source, ainsi que le coût des composants connectés au système. En utilisant HOMER Pro, il est possible d'analyser ces facteurs de manière approfondie afin d'obtenir des résultats précis et de prendre des décisions éclairées pour maximiser l'efficacité et la rentabilité du système énergétique étudié.

En tenant compte de notre étude, nous avons fait une comparaison entre deux systèmes, d'une part le système optimale est une combinaison de 8 panneaux solaire pour atteindre les 7.95 kw , 17 batteries et de 5 convertisseurs DC/AC pour atteindre les 4.11 kw .

D'autre part la configuration du système hybride est une combinaison de 8 panneaux solaires pour atteindre les 7.5 kw , d'une éolienne , de 5 convertisseurs DC/AC pour atteindre les 4.25 kw et de 16 batteries pour le stockage.

Le choix entre un système hybride et un système photovoltaïque seul repose sur plusieurs facteurs, tels que les besoins spécifiques de l'entreprise, la disponibilité des ressources naturelles, ainsi que les contraintes budgétaires.

Les références du chapitre III :

38. GHENAIM Sabah, S.Y., Simulation d'une Central PV connecté au réseau électrique par deux logiciels «PVSYST» et «HOMER Pro».
39. Sayah, M., Dimensionnement d'un système hybride par les méthodes de prévision et HOMER PRO. 2022.

Conclusion générale

Conclusion générale

La gestion efficace des déchets et la production d'énergie renouvelable sont deux domaines d'une importance capitale pour le bien-être de notre planète et pour répondre aux besoins croissants en énergie de notre société. Ce mémoire a exploré la convergence de ces deux domaines cruciaux en se concentrant sur l'alimentation de la station de traitement de lixiviat par des sources d'énergie renouvelable.

Dans cette étude, nous avons commencé par examiner en profondeur les aspects théoriques de la gestion des lixiviats. Nous avons mis en lumière les défis environnementaux et les problématiques associées à la production de lixiviat dans les décharges.

En ce qui concerne les lixiviats, nous avons exploré la formation de ces liquides nocifs et leurs caractéristiques spécifiques, en mettant en évidence l'importance de leur gestion appropriée pour minimiser les impacts environnementaux et sanitaires.

Après cela, nous avons abordé la phase de dimensionnement, qui marque la transition vers l'utilisation d'énergies renouvelables pour alimenter la station de traitement de lixiviat. Une analyse approfondie des énergies solaire et éolienne a été menée, avec pour objectif d'évaluer leur faisabilité pour satisfaire les besoins énergétiques particuliers de la station. Le dimensionnement des équipements, y compris les générateurs photovoltaïques, les onduleurs et les câbles électriques, a été une étape essentielle pour garantir le bon fonctionnement du système d'alimentation renouvelable.

En effet l'utilisation du logiciel HOMER, nous avons pu effectuer une simulation détaillée des systèmes de production d'électricité hybrides, qui intègrent plusieurs sources d'énergie. Cette approche nous a permis d'obtenir des informations précieuses sur les performances et les caractéristiques de ces systèmes, ainsi que sur leur consommation réelle et leur efficacité énergétique.

Dans cette simulation on a fait une étude comparative entre un système hybride et un système panneau solaire seul dans le but d'évaluer les performances de chaque configuration.

D'une part le système optimale est une combinaison de 8 panneaux solaire pour atteindre les 7.95 kw , 17 batteries et de 5 convertisseurs DC/AC pour atteindre les 4.11 kw .

D'autre part la configuration du système hybride est une combinaison de 8 panneaux solaires pour atteindre les 7.5 kw , d'une éolienne , de 5 convertisseurs DC/AC pour atteindre les 4.25 kw et de 16 batteries pour le stockage.

Cette comparaison nous a permis de mieux comprendre les différences en termes de production d'électricité, de fiabilité, d'efficacité énergétique et de coûts. Les résultats obtenus nous ont fourni des informations précieuses pour prendre des décisions éclairées sur le choix du système le plus approprié en fonction des besoins spécifiques, des contraintes et des objectifs énergétiques.