

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique*



Université Saad Dahlab Blida 1
Institut d'Aéronautique et des Études
Spatiales

Département Navigation Aérienne

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de

Master en Aéronautique

Option : Exploitation Aéronautique

THEME

**Gestion environnementale au niveau de
l'aéroport d'Alger HOUARI BOUMEDIAN**

Encadré par :

Mme Hamlati Zineb

Mme BELKHIRI Fatma zohra

Réalisé par :

Mr ZITANI Youcef Habib

Mr BERRACHE Abderrazak

Promotion : 2023 / 2024

Résumé

Ce Projet de Fin d'Études explore les impacts environnementaux des activités aéroportuaires, tels que la pollution de l'air, le bruit et la gestion des déchets. Il évalue les pratiques actuelles de gestion environnementale dans l'aéroport d'Alger et identifie leurs lacunes. Le projet propose des stratégies durables, comme l'adoption de technologies vertes, l'amélioration de l'efficacité énergétique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il souligne l'importance de la collaboration entre les autorités aéroportuaires pour une gestion environnementale efficace, aussi un logiciel de contrôle environnemental a été développé pour centraliser les données, générer des rapports et suggérer des actions correctives. Cette approche vise à améliorer la performance environnementale de l'aéroport de manière durable et efficace.

Mots clés : aéroport, impact, environnement, gestion des déchets, pollution sonore, pollution atmosphérique, gestion environnementale

Abstract

This Final Year Project explores the environmental impacts of airport activities, such as air pollution, noise, and waste management. It assesses the current environmental management practices at Algiers Airport and identifies their shortcomings. The project proposes sustainable strategies, including the adoption of green technologies, improving energy efficiency, and reducing greenhouse gas emissions. It emphasizes the importance of collaboration between airport authorities for effective environmental management. also, environmental monitoring software has been developed to centralize data, generate reports and suggest corrective actions. This approach aims to improve the environmental performance of the airport in a sustainable and efficient manner.

Keywords: airport, impact, environment, waste management, noise pollution, air pollution, environmental management

الملخص

هذا مشروع نهاية الدراسة يستكشف التأثيرات البيئية لأنشطة المطار، مثل تلوث الهواء، الضوضاء وإدارة النفايات. يقيم الممارسات الحالية لإدارة البيئة في مطار الجزائر ويحدد نواقصها. يقترح المشروع استراتيجيات مستدامة، مثل تبني التقنيات الخضراء، تحسين كفاءة الطاقة وتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة. يسلط الضوء على أهمية التعاون بين السلطات المطار من أجل إدارة بيئية فعالة. كما تم تطوير برامج المراقبة البيئية لمركزية البيانات وإنشاء التقارير واقتراح الإجراءات التصحيحية. ويهدف هذا النهج إلى تحسين الأداء البيئي للمطار بطريقة مستدامة وفعالة.

الكلمات المفتاحية: المطار، التأثير، البيئة، إدارة النفايات، التلوث الضوضائي، تلوث الهواء، الإدارة البيئية

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier en premier lieu, le bon dieu (Allah) qui nous a donné la force, la volonté et le courage pour terminer ce projet de fin d'étude.

Nous remercions profondément notre promotrice Mme Hamlati Zineb pour avoir dirigé ce mémoire et pour qui nous exprimons tous nos reconnaissances pour son aide, son soutien, sa disponibilité et ses conseils pertinents tout au long de ce travail.

Nous remercions profondément notre encadrante Mme Belkhiri fatma zohra, au Niveau de l'aéroport d'Alger pour son aide et son soutien tout au long de notre stage.

Nous voudrions également exprimer nos vifs remerciements aux membres de jury pour avoir accepté d'évaluer notre travail.

Des remerciements particuliers à nos parents pour leur grand soutien.

Enfin, nous tenons aussi à témoigner nos sincères gratitude à tous ceux qui nous ont assistés de près ou de loin par leurs encouragements, leurs conseils, et leurs critiques.

Dédicaces

BERRACHE ABDERAZAK

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chères :

A mes chers parents Bouzid et Samira qui ont toujours proches de moi et qui m'ont donné le courage de continuer jusqu'au bout.

A ma grande sœur Maria grâce à qui mes journées sont illuminées.

A mon adorable frère Mohamed.

A mon très cher cousin Yacine pour leur soutien.

A mon meilleur ami Zouheir.

A mon cher binôme Youcef.

A tous mes amis et tous ceux qui me connaissent.

ZITANI YUCEF HABIB

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chères :

À mes parents BAHMED et MERIAMA, pour leur amour inconditionnel, leur soutien constant et leurs sacrifices, qui ont rendu tout cela possible.

À mes frères et sœurs, pour leur encouragement, leur compréhension et leur présence bienveillante à chaque étape de mon parcours, surtout à mon frère Mohammed, qui m'a énormément aidé dans ce projet.

À tous mes amis spécialement KHALED et MOHAMMED, pour leur camaraderie, leur compréhension et leur aide précieuse, qui ont enrichi cette expérience.

A mon cher binôme ABDERAZAK.

À mes enseignants et mentors, pour leur patience, leur guidance et leurs encouragements tout au long de mon parcours académique.

Et enfin, à tous ceux qui ont cru en moi et m'ont soutenu de près ou de loin, je vous dédie ce mémoire avec une profonde gratitude.

Table des matières

Résumé

Liste des abréviations

LISTE DES TABLEAUX

LISTES DES FIGURES

Introduction générale

Chapitre I : Description de l'Aéroport d'Alger et de son environnement	3
I.1. Présentation de l'aéroport d'Alger (Houari Boumediene)	4
I.1.1. Aperçu historique	4
I.1.2. Quelques Informations aéronautiques	4
I.1.3. Situation géographique de l'aéroport	4
I.2. Présentation de l'organisme d'accueil SGSIA.....	5
I.2.1. Missions et Responsabilités :	6
I.2.2. Organisation administrative de la SGSIA :	6
I.3. Infrastructures.....	7
I.3.1. Pistes.....	7
I.3.2. Tour de contrôle	8
I.3.3. Les Aérogares	9
I.4. L'aéroport et son environnement	12
I.4.1. Les Oueds	12
I.4.2. Urbanisations.....	12
I.4.3. Le réseau routier	13
I.5. Climat.....	13
I.5.1. Température.....	13
I.5.2. Précipitations.....	14
I.5.3. Humidité.....	15
I.5.4. Le vent	15
CHAPITRE II : Aspects et impacts environnementaux	17
II.1. Les aspects environnementaux de l'aéroport d'Alger	18
II.1.1. EAU	18
II.1.1.1. Eau potable.....	18
II.1.1.2. Eaux usées	20
II.1.1.3. Types des eaux usées	20
II.1.2. L'énergie	22

II.1.2.1.	Source de l'énergie	22
II.1.2.2.	Domaine d'utilisation de l'énergie électrique	23
II.1.3.	Le bruit.....	24
II.1.3.1.	Les normes acoustiques	24
II.1.3.2.	Le PEB d'Alger.....	24
II.1.3.3.	Les sources des nuisances sonores	25
II.1.4.	La pollution atmosphérique	25
II.1.4.1.	Sources de la pollution atmosphérique.....	26
II.1.4.2.	Les principaux polluants émis autour de l'aéroport.....	26
II.1.5.	Les déchets	26
II.1.5.1.	Type des déchets au niveau de l'aéroport d'Alger	27
II.1.5.2.	La composition des déchets	28
II.2.	Les impacts environnementaux sur l'aéroport d'Alger	29
II.2.1.	Eau	29
II.2.1.1.	L'épuisement de consommation des eaux de forages.....	30
II.2.2.	Energie.....	30
II.2.3.	Bruit	31
II.2.4.	Pollution atmosphérique.....	32
II.2.5.	Déchets.....	33
II.3.	Système de gestion environnementale au niveau de l'aéroport	35
II.3.1.	Gestion de l'eau.....	35
II.3.2.	Gestion de l'énergie	36
II.3.3.	Nuisance sonore	37
II.3.4.	Réduction de la pollution atmosphérique.....	38
II.3.5.	Gestion des déchets	38
CHAPITE III : Recommandations amélioratives de la gestion environnemental de l'aéroport d'Alger		41
III.1.	Recommandations amélioratives.....	42
III.1.1.	Gestion d'eau	42
III.1.1.1.	Collecte des eaux de pluie.....	42
III.1.1.2.	Recyclage des eaux usées.....	44
III.1.1.3.	Utilisation de toilettes à faible consommation d'eau	47
III.1.1.4.	Optimisation de l'irrigation	50
III.1.2.	L'énergie	53
III.1.2.1.	Énergie solaire	53

III.1.2.2.	Systèmes de chauffage, ventilation et climatisation (CVC) efficaces.....	55
III.1.2.3.	Cogénération	58
III.1.2.4.	Un système de gestion centralisé.....	60
III.1.3.	Bruit	62
III.1.3.1.	Matériaux d'insonorisation avancés.....	62
III.1.3.2.	Technologie de moteur plus silencieuse	64
III.1.3.3.	Procédures de vol optimisées	66
III.1.3.4.	Technologie de l'isolation phonique des habitations.....	68
III.1.5.	Pollution d'air	70
III.1.5.1.	Infrastructures pour biocarburants et carburants alternatifs.....	70
III.1.5.2.	Surveillance de la qualité de l'air.....	71
III.1.5.3.	Sensibilisation et formation	71
III.1.5.4.	Flotte de véhicules électriques.....	71
III.1.5.	Déchets.....	72
III.1.5.1.	Réduction à la source	72
III.1.5.2.	Education et sensibilisation.....	74
III.1.5.3.	Technologies de gestion des déchets.....	77
III.1.5.4.	Partenariats avec les communautés locales	78
III.2.	Matrice environnementale.....	80
III.2.1.	Composantes d'une Matrice Environnementale.....	80
	Chapitre IV : Mini logiciel de gestion environnementale de l'aéroport d'Alger	84
IV.1.	Fonctionnalités Principales de logiciel	85
IV.2.	Explication du Code	86
IV.3.	Mode d'emploi	92
IV.4.	Conclusion	97
	Conclusion générale et perspectives.....	98
	Références :.....	100
	Annexe A : La réglementation	103
	Annexe B : Définitions	106

Liste des abréviations

ACNUSA : Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroportuaires.

AFAQ : Association française pour l'assurance de la qualité.

AFNOR : Association française de normalisation.

DML : Direction Maintenance et Logistique.

EGSA : Etablissement de Gestion des Services Aéroportuaires d'Alger.

ENNA : Établissement national de la navigation aérienne.

ETM : Élément trace métallique.

GAP : Groupe auxiliaire de puissance.

HVAC: High voltage alternating current.

OACI : Organisation Internationale de l'Aviation Civile.

ONM : Organisation Nationale de la Météorologie.

SEAAL : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.

SGSIA : Société de Gestion des Services et Infrastructures Aéroportuaires.

SNTF : Société Nationale des Transports Ferroviaires.

DB : décibel.

DB(A) : le décibel A.

Lden: day-evening-night assessment sound Level.

Leq : Niveau acoustique équivalent.

NAx : Noise events Above x dB(A).

PEB : Plan d'Exposition au Bruit.

PGS : Plan de Gene Sonore.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : capacité et superficie des terminaux.

Tableau 1.1 : Températures moyennes de Dar El-Beida (ONM 2018).

Tableau 1.2 : précipitations moyennes mensuelles de Dar El Beida.

Tableau 1.3 : Humidité relative moyenne de Dar El-Beida

Tableau 2.1 : les forages de la SGSIA.

Tableau 2.2 : Les types des déchets spécifiques à chaque activité aéroportuaire.

Tableau 2.3 : les conséquences du système de climatisation.

Tableau 2.4 : Les Impacts dus au Bruit.

Tableau 2.5 : Les impacts des gaz émis par les avions sur la santé. .[10]

Tableau 2.6: les impacts environnementaux des déchets aéroportuaire. [10]

Tableau 3.1 : légende d'une matrice environnementale

Tableau 3.2 : Exemple d'une matrice environnemental

LISTES DES FIGURES

Figure 1.1 : Situation géographique de l'aéroport [2]

Figure 1.2 : Organigramme de la société de gestion des services et infrastructures aéroportuaires.

Figure 1.3 : La piste de l'aéroport d'Alger

Figure 1.4 : La tour de contrôle de l'aéroport d'Alger.[4]

Figure 1.5 : terminal 1 de l'aéroport d'Alger [4]

Figure 1.6 : Le nouveau terminal de l'aéroport d'Alger [4].

Figure 1.7 : l'aéroport et son environnement. [2]

Figure 1.8 : Diagramme mensuelles des températures.

Figure 1.1 : Diagramme mensuelles des précipitations (2018).

Figure 1.2 : Diagramme mensuelles d'humidité (2018).

Figure 1.3 : Diagramme mensuelles d'humidité (2018).

Figure 2.1: histogramme de la consommation annuelle d'eau au niveau d'aéroport d'Alger.[6]

Figure 2.2 : Carte de réseau hydrique autour de Dar El Beida [2]

Figure 2.3: Schéma explicatif des domaines d'utilisation de l'énergie électrique.

Figure 2.4 : Schéma représentatif des zones du PEB.

Figure 2.5 : Composition des déchets [10]

Figure 2.6 : Schéma expliquant la gestion de l'eau

Figure 2.7: Schéma expliquant la gestion des déchets

Figure 4.1 : Importation des Bibliothèques

Figure 4.2 : Fonction create_letterhead

Figure 4.3 : Fonction create_title

Figure 4.4 : Fonction write_to_pdf

Figure 4.5 : Fonction Principale main

Figure 4.6 : Ouverture et Lecture du Fichier JSON

Figure 4.7 : Extraction et Calcul des Résultats

Figure 4.8 : Création du Graphique

Figure 4.9 : Création du PDF

Figure 4.10 : fenêtre pour remplir les données

Figure 4.11 : le rapport obtenu après l'exécution

Introduction générale

Le trafic aérien en Algérie occupe une position prépondérante par rapport aux autres modes de transport. En tant que plus grand pays d'Afrique et qualifié de porte d'entrée du continent, l'Algérie joue un rôle crucial en tant que point de connexion entre les principales villes africaines et européennes. Cette position stratégique a été renforcée par l'inauguration en 2019 d'une nouvelle extension de l'aéroport d'Alger, visant à améliorer et à accroître les capacités de transit aérien du pays. L'aéroport d'Alger Houari Boumediene, établi en 1924 à Dar el Beida, détient le statut de première entreprise algérienne et le premier aéroport d'Afrique et du Proche-Orient à être certifié selon la norme AFAQ ISO 9001 versions 2015, suite à un audit d'AFNOR Certification. Fort de cette réussite, il obtient également la certification ISO 14001 version 2015. En fin 2018, l'Algérie entame officiellement les démarches pour obtenir une évaluation ISO 26000 de sa responsabilité sociétale.

Cependant, malgré ses nombreux avantages, ce mode de transport entraîne des impacts environnementaux significatifs. L'empreinte écologique d'une aéro-gare englobe divers aspects. Tout d'abord, la consommation d'eau : les aéroports utilisent des quantités considérables d'eau pour diverses activités telles que le nettoyage des avions et des terminaux, ainsi que pour répondre aux besoins des passagers et du personnel. Une mauvaise gestion des eaux usées peut entraîner la contamination des ressources en eau locales. De même, la consommation d'énergie est un enjeu majeur : les aéroports sont de grands consommateurs d'énergie pour alimenter les terminaux, les systèmes d'éclairage, de chauffage et de climatisation, ainsi que pour les opérations aéronautiques. Cette surconsommation contribue à l'épuisement des ressources énergétiques et aux émissions de gaz à effet de serre. Un autre point critique est la gestion des déchets : les aéroports produisent d'importantes quantités de déchets solides, provenant des passagers, des commerces et des opérations de maintenance des avions. Sans une gestion appropriée, ces déchets peuvent avoir un impact néfaste sur l'environnement local, en polluant les sols et les cours d'eau. Enfin, la pollution sonore est un problème majeur : le bruit des avions lors des décollages, des atterrissages et des manœuvres au sol affecte sérieusement les populations vivant à proximité des aéroports. Cette pollution sonore peut entraîner divers

problèmes de santé tels que le stress, les troubles du sommeil et les maladies cardiovasculaires.

Notre problématique dans cette étude est : Comment mettre en place et maintenir une gestion environnementale conforme à la réglementation algérienne dans l'aéroport d'Alger, en se concentrant sur les objectifs environnementaux, les méthodes de mise en œuvre, la conservation des ressources (eau et énergie), et le traitement des déchets ?

L'objectif de notre étude est de mener ou soutenir des recherches sur l'impact sur l'environnement des matériaux, des produits, des procédés, des émissions et des déchets associés à l'activité de l'entreprise et sur les moyens de minimiser les impacts négatifs au niveau de L'aéroport d'Alger Houari Boumediene.

Le sujet en question a été suggéré par la Société de Gestion des Services et Infrastructures Aéroportuaires (SGSIA) suite à notre stage pratique. Ce stage s'est déroulé dans le service qualité et l'environnement, où nous avons acquis des connaissances et des compétences pratiques dans la gestion et l'amélioration des processus de qualité ainsi que dans la mise en place de pratiques respectueuses de l'environnement.

Notre étude commence par un premier chapitre offrant une description de l'aéroport d'Alger et de son environnement. Ce chapitre initial vise à fournir une vue d'ensemble complète des infrastructures et des services. Le deuxième chapitre est consacré aux aspects et impacts environnementaux, analysant en détail les divers impacts écologiques découlant des activités aéroportuaires. Le troisième chapitre présente des actions correctives et des recommandations visant à atténuer et, si possible, éliminer ces impacts négatifs. Ces recommandations sont fondées sur les meilleures pratiques et innovations actuelles dans le domaine de la gestion environnementale aéroportuaire. Le dernier chapitre introduit le logiciel de gestion environnementale développé pour centraliser les données, générer des rapports et proposer des actions correctives, améliorant ainsi la transparence et l'efficacité de la gestion environnementale de l'aéroport.

Enfin, une conclusion et les perspectives concluront ce travail.

Chapitre I : Description de l'Aéroport d'Alger et de son environnement

I.1. Présentation de l'aéroport d'Alger (Houari Boumediene)

I.1.1. Aperçu historique

L'aéroport international d'Alger - Houari Boumediene -, ou lors de sa création en 1924 - aéroport d'Alger Maison Blanche - est le principal aéroport qui génère pratiquement plus de 60% du trafic global algérien avec les vols de diverses compagnies aériennes qui se posent ou décollent plusieurs fois par jour, en provenance ou vers diverses villes du monde. Il dispose de deux pistes et trois aérogares qui lui permettent d'avoir une capacité totale d'environ 10 millions de passagers par an.

L'aéroport Houari Boumediene est un aéroport civil international situé à environ 16.5 km d'Alger en Algérie, desservant la capitale algérienne et sa région, il s'agit du plus important de tous les aéroports algériens. Il est composé d'une aérogare pour les vols internationaux, d'une aérogare pour les vols intérieurs, et d'une troisième pour les vols charters. Sa capacité est de 10 millions de passagers/an.

En avril 2019, une extension d'aérogare d'une superficie de 20 hectares et d'une capacité de 10 millions de passagers, était mise en service et enrichie par une nouvelle ligne ferroviaire par la Société Nationale des Transports Ferroviaires (SNTF) et prochainement par une ligne du métro [1].

I.1.2. Quelques Informations aéronautiques

Code IATA : ALG.

Code OACI : DAAG.

Nom cartographique : Alger/ Boumediene.

Type d'aéroport : Civil.

Gestionnaire : SGSIA d'Alger [1].

I.1.3. Situation géographique de l'aéroport

L'Aéroport d'Alger est situé dans la Commune de Dar El Beida dans la partie Sud du territoire partagée avec la Wilaya de Blida ; limité par :

- Au Nord par La commune de Bordj el kifane.
- Au Sud par la commune de Hammadi.
- A l'Est par la commune de Rouiba.
- A l'Ouest par la commune d'Oued Smar [1].

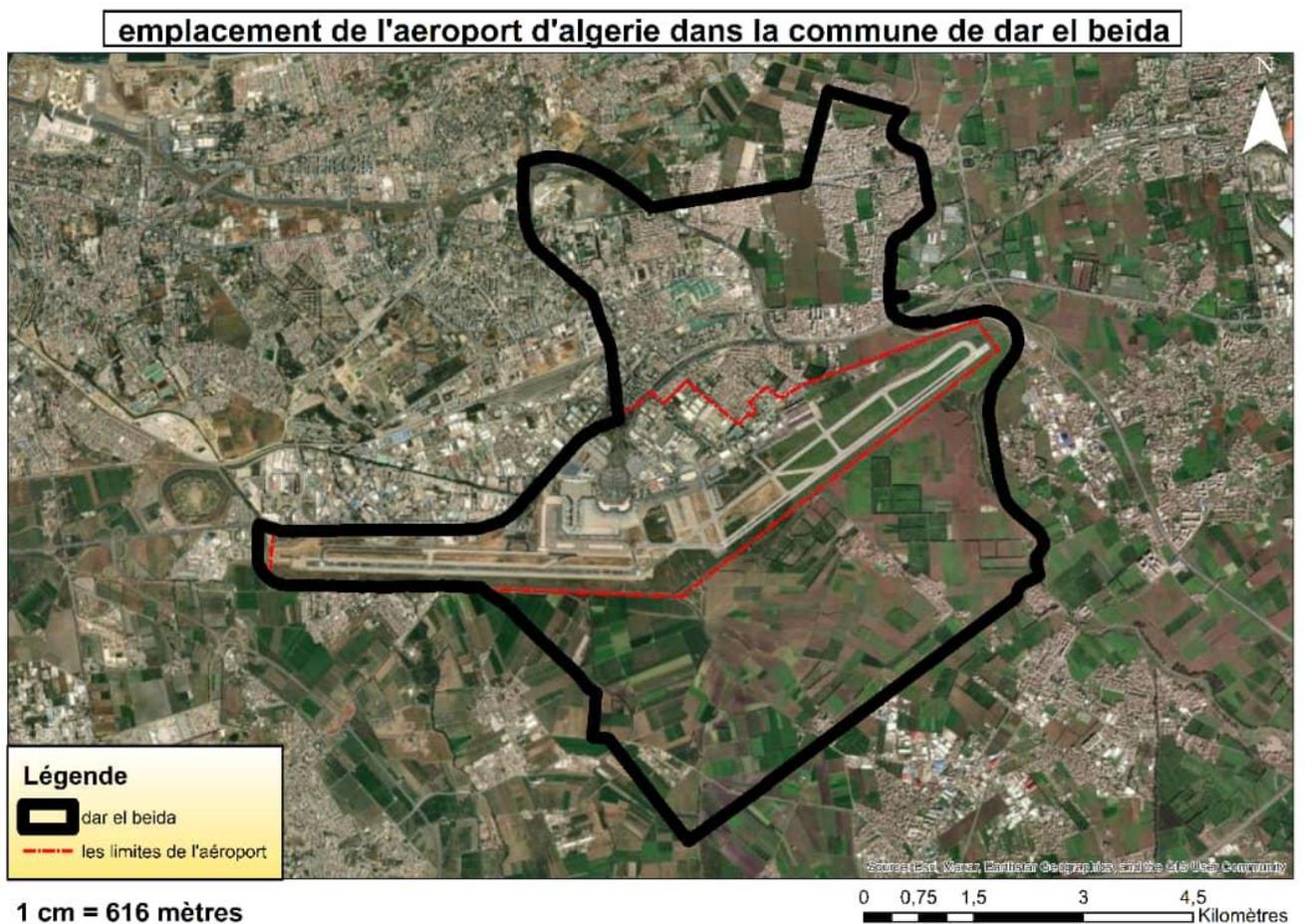


Figure 1.1 : Situation géographique de l'aéroport [2]

I.2. Présentation de l'organisme d'accueil SGSIA

La Société de Gestion des Services et Infrastructures Aéroportuaires (SGSIA), appelée plus communément « aéroport d'Alger », est une entreprise publique, filiale de l'EGSA-Alger, créée en 2006 pour gérer et exploiter l'aéroport d'Alger Houari Boumediene avec un niveau de qualité et de performance élevé.

I.2.1. Missions et Responsabilités :

La SGSIA a pour mission de garantir le bon fonctionnement de l'aéroport en assurant divers services, notamment :

- **Gestion des infrastructures aéroportuaires** : Maintien et développement des installations, y compris les pistes, les terminaux, et autres infrastructures liées.
- **Sécurité et sûreté aéroportuaires** : Mise en œuvre des mesures de sécurité pour assurer la protection des passagers, du personnel et des biens.
- **Services aux passagers** : Fourniture de services de haute qualité pour améliorer l'expérience des passagers, y compris l'accueil, l'information, et l'assistance.
- **Gestion des opérations aériennes** : Coordination avec les compagnies aériennes pour la gestion des arrivées, des départs et des mouvements au sol des avions.
- **Développement commercial** : Gestion des espaces commerciaux et promotion des activités commerciales au sein de l'aéroport pour diversifier les sources de revenus.

I.2.2. Organisation administrative de la SGSIA :

- Direction Générale (**DG**).
- Direction des Ressources Humaines (**DRH**).
- Direction des Finances et Comptabilité (**DFC**).
- Direction commercial (**DC**).
- Direction audit, qualité, sûreté et sécurité (**DAQSS**).
- Direction de planification et le développement des infrastructures aéroportuaires (**DPDIA**).
- Direction d'Exploitation (**DEX**).
- Direction maintenance et logistique (**DML**) [1].

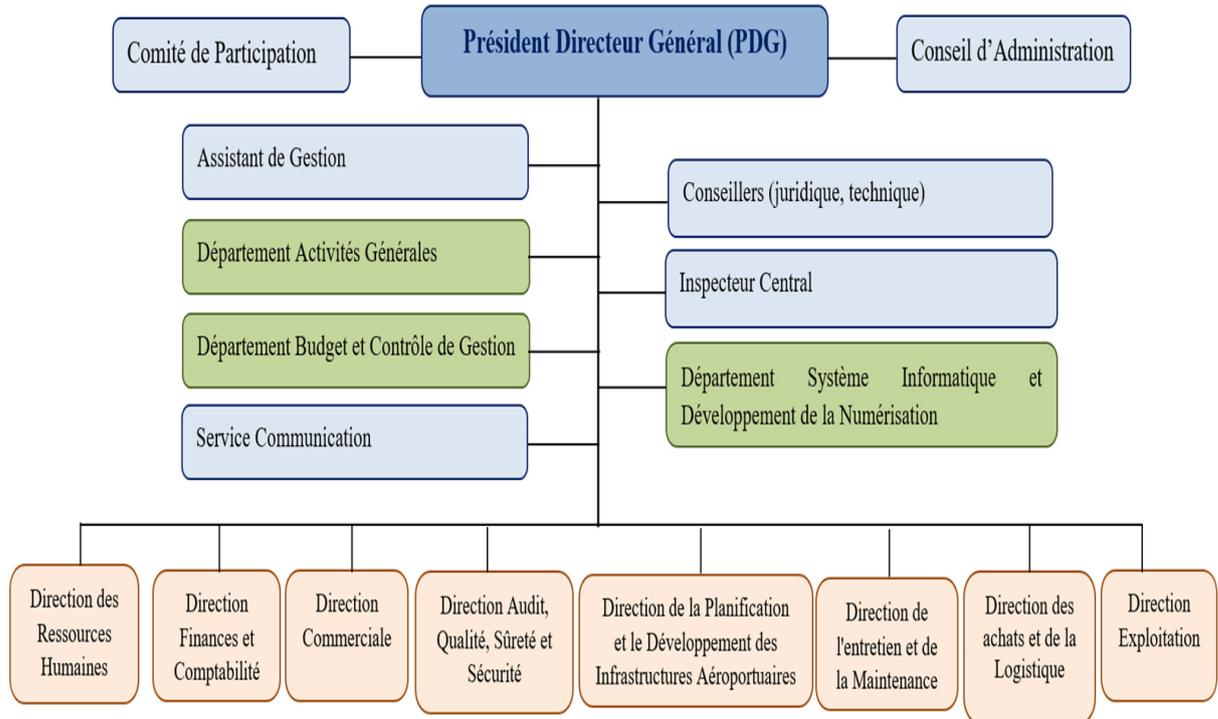


Figure 1.2 : Organigramme de la société de gestion des services et infrastructures aéroportuaires.

I.3. Infrastructures

I.3.1. Pistes

L'aéroport d'Alger - Houari Boumediene dispose de deux pistes principales. Voici les caractéristiques détaillées de chaque piste :

Piste (05/23)

- **Longueur** : 3 600 mètres (11 811 pieds)
- **Largeur** : 45 mètres (148 pieds)
- **Revêtement** : Asphalte
- **Orientation** : 052° / 232° [3]

Piste (09/27)

- **Longueur** : 3 500 mètres (11 483 pieds)
- **Largeur** : 45 mètres (148 pieds)
- **Revêtement** : Asphalte

- **Orientation** : 092° / 272° [3]

Ces pistes permettent à l'aéroport de gérer une grande variété d'avions, y compris les gros porteurs utilisés pour les vols long-courriers. La longueur et la largeur de ces pistes sont conformes aux normes internationales, permettant ainsi des opérations de décollage et d'atterrissage en toute sécurité pour différents types d'avions.

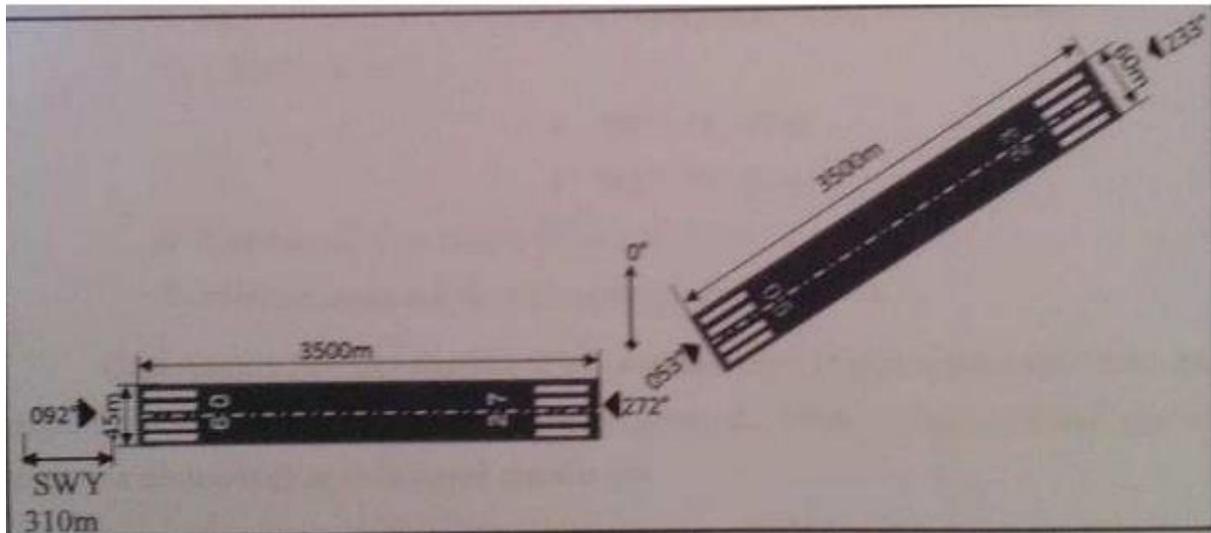


Figure 1.3 : La piste de l'aéroport d'Alger.

I.3.2. Tour de contrôle

La tour de contrôle (figure 4) a été construite en 2018, afin de remplacer l'ancienne tour. Située juste à côté du terminal 1, elle est haute de 72 mètres et comporte une vigie, ainsi qu'une salle IFR (Règles de Vol aux Instruments). [4]



Figure 1.4 : La tour de contrôle de l'aéroport d'Alger.[4]

I.3.3. Les Aérobares

L'aérogare, également appelée terminal d'aéroport, est une installation située dans un aéroport qui sert à l'embarquement et au débarquement des passagers, ainsi qu'à la gestion de leurs bagages. C'est le principal bâtiment où les activités d'accueil, de contrôle et de transit des passagers sont concentrées.

- **Capacité et superficie des différentes aérobares**

L'Aéroport d'Alger - Houari Boumediene- est le principal aéroport de l'Algérie. Il dispose de plusieurs terminaux, chacun ayant des capacités et des superficies spécifiques. Voici les informations détaillées pour chaque terminal :

Tableau 1.1 : capacité et superficie des terminaux.

Les terminaux	La capacité	La superficie
Terminal 1	Environ 6 millions de passagers par an.	Environ 82 000 m ² .
Terminal 2	Environ 2,5 millions de passagers par an.	Environ 31 000 m ² .
Terminal 3	Environ 4 millions de passagers par an.	Environ 50 000 m ² .
Terminal 4	Environ 10 millions de passagers par an.	Environ 200 000 m ² .

- **Terminal 1**

Le terminal1 est opérationnel depuis juillet 2005, il a été construit selon les normes internationales avec 14 passerelles télescopiques qui permettent de débarquer directement de l'avion vers le terminal et vice-versa. Le terminal 1 comporte deux halls. Ce terminal 1 est consacré aux vols nationaux.



Figure 1.5 : terminal 1 de l'aéroport d'Alger [4]

- **Terminal 2**

Construit dans les années 1950, en tant qu'aérogare pour vols internationaux. Il a ensuite été rénové avec réaménagement des espaces, la création de nouvelles boutiques, de bureaux et d'un nouveau grand hall d'embarquement. A été rouverte pour les vols nationaux le 3 novembre 2007, sous le nom de terminal 2. Elle a une capacité de trafic de 2,5 millions de passagers par an. Cette aérogare est affectée aux vols charters et aux vols de type Hadj et vols spéciaux.

- **Terminal 3**

Ancienne aérogare destinée aux vols intérieurs, rouverte en 2007 pour servir de terminal 3 à destination des vols charters notamment pour le Hadj et Omra. Puis désaffectée en 2019.

- **Terminal 4 (Ouest)**

Le Terminal 4, inauguré en 2019, est une extension du Terminal 1 et représente la nouvelle aérogare dédiée aux vols internationaux. Occupant une superficie de 20 hectares, il peut accueillir jusqu'à 10 millions de passagers. Ses installations comprennent un parking pouvant accueillir plus de 4 500 véhicules, trois parkings pour avions, et un réseau de voies de circulation couvrant plus de 424 000 mètres carrés. Conçu selon des normes strictes d'efficacité énergétique et de préservation de l'environnement .

Les équipements du Terminal 4 comprennent 120 points d'enregistrement, 84 guichets de contrôle, 9 tapis roulants et 21 passerelles télescopiques. Avec ses caractéristiques modernes et ses efforts en matière de durabilité, cette aérogare se positionne comme la deuxième plus grande d'Afrique.



Figure 1.6 : Le nouveau terminal de l'aéroport d'Alger [4].

- **Parking véhicule**

L'aéroport international Houari Boumediene d'Alger dispose de plusieurs parkings situés près de ses différents terminaux, chacun ayant une capacité et une superficie spécifiques pour accueillir les véhicules des voyageurs et visiteurs :

- **Parking P1** : Situé au niveau du Terminal 1 (international), il peut accueillir Jusqu'à 2000 véhicules sur une superficie de 82 000 m²
- **Parking P2** : Situé au niveau du Terminal 2 (national), il dispose de 900 Places de stationnement, dont une zone de longue durée de 300 places
- **Parking P3** : Situé au niveau du Terminal 3 (vols charters et pèlerinages), il offre 300 places de stationnement
- **Parking du Terminal Ouest** : C'est le plus grand espace de stationnement avec une superficie de plus de 95 000 m² et une capacité de 3 613 places. Ce parking inclut également des places réservées aux personnes à mobilité réduite, ainsi que plusieurs places pour les taxis et les bus. Ces parkings sont bien répartis pour faciliter l'accès aux différents terminaux et offrent divers

services aux usagers, tels que des chariots à bagages gratuits et des places réservées aux personnes à mobilité réduite [4].

I.4. L'aéroport et son environnement

L'aéroport d'Alger est construit sur une nappe phréatique renouvelable entourée par : des oueds, des terrains agricoles, des zones urbains et un trafic routier.



Figure 1.7 : l'aéroport et son environnement. [2]

I.4.1. Les Oueds

L'aéroport est entouré par oued El Hamiz, et fait partie du bassin versant d'Oued Smar. Du point de vue géologique et hydrogéologique, le site appartient à la vaste plaine de Mitidja, riche nappe de l'Algérie du Nord.

I.4.2. Urbanisations

Dar El Beïda est un ancien quartier colonial fortement peuplé composé de plusieurs résidences et villas proches de la plateforme aéroportuaire.

Les quartiers de la partie nord de la commune de Dar El-Beida comme : Karim Belkacem et cité des travailleurs sont les plus proches de l'aéroport d'Alger. Avec la nouvelle extension de terminal 1, les quartiers de la partie sud de la commune tel que : Aban Ramdane, Ben Khelil et autres sont devenus isolés (derrière l'aéroport).

I.4.3. Le réseau routier

La zone de l'aéroport d'Alger est entourée d'une variété de réseaux de transports routiers :

Route nationale 11 : RN11 (Route d'Oran).

Route nationale 5 : RN 5 (Route du Constantinois).

Pénétrante de l'aéroport en direction de Bordj El Kiffan.

Route nationale 61, en direction de la commune des Eucalyptus et de Meftah

Route de Dar El Beida, donnant accès à la commune de Bab Ezzouar.

I.5. Climat

Les données météorologiques présentées sont celles de la station de Dar El-Beida recueillies au niveau de l'ONM.

Elles concernent particulièrement : les températures, la pluviométrie, l'humidité et les vents, considérés comme paramètres importants dans la navigation aérienne. [5]

I.5.1. Température

Le tableau 2 ci-dessous représente les températures moyennes mensuelles de Dar El Beida qui varient entre 11,8°C au mois de février et 26,7°C au mois d'août. [5]

Tableau 1.4 : Températures moyennes de Dar El-Beida (ONM 2018).

Température	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuelle
Moyennes mensuelles	11,7	11,8	13,7	16	18,9	22,8	26,2	26,7	24	20,8	15,9	12,5	18,4
Moyennes mensuelles minimales	6	6,2	7,6	9,7	12,5	16,3	19,8	20,6	18,1	14,5	10,3	6,7	12,4
Moyennes mensuelles maximales	17,3	17,4	19,7	22,3	25,2	29,3	32,5	32,9	29,8	27,2	21,5	18,3	24,5

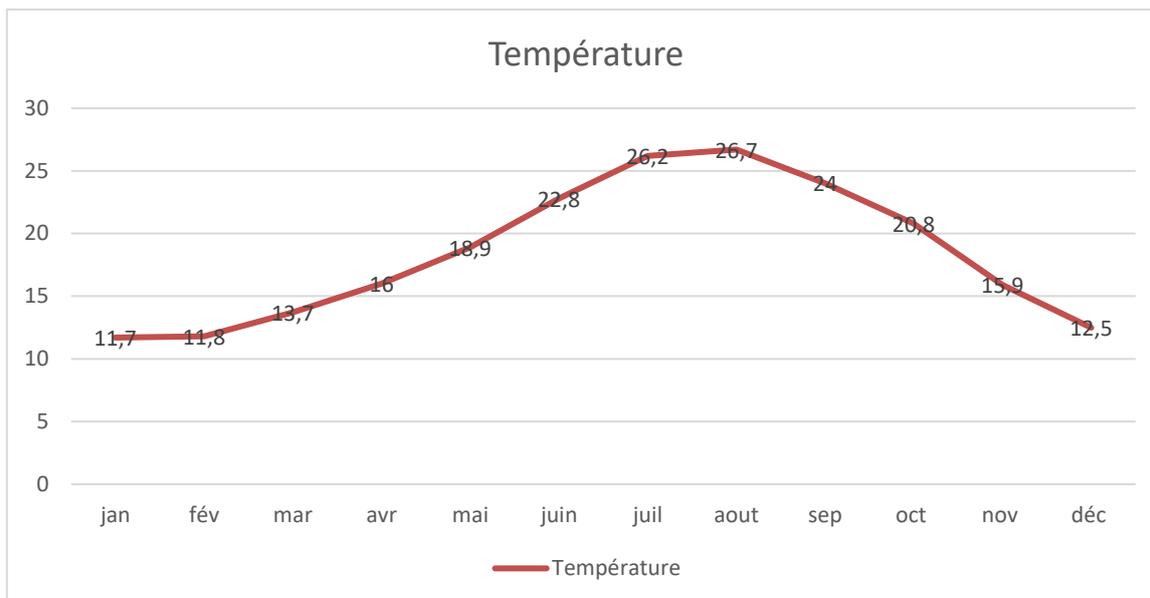


Figure 1.8 : Diagramme mensuelles des températures.

La température moyenne annuelle est de 18,4 °C. Le mois le plus froid est janvier avec 6°C et le mois le plus chaud est août avec 32°C. Vu la proximité de l'aéroport au littoral, l'influence maritime est assez significative.

I.5.2. Précipitations

Les précipitations moyennes mensuelles de la commune de Dar El-Beida sont représentées dans le tableau 3. La station est caractérisée par une quantité moyenne annuelle de 645 mm. [5]

Tableau 1.5 : précipitations moyennes mensuelles de Dar El Beida.

Pluviométrie	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuelle
Mm	89,7	80,5	69,2	51,3	40,6	10,2	1,4	12	24,5	54,8	114,8	96	644,9

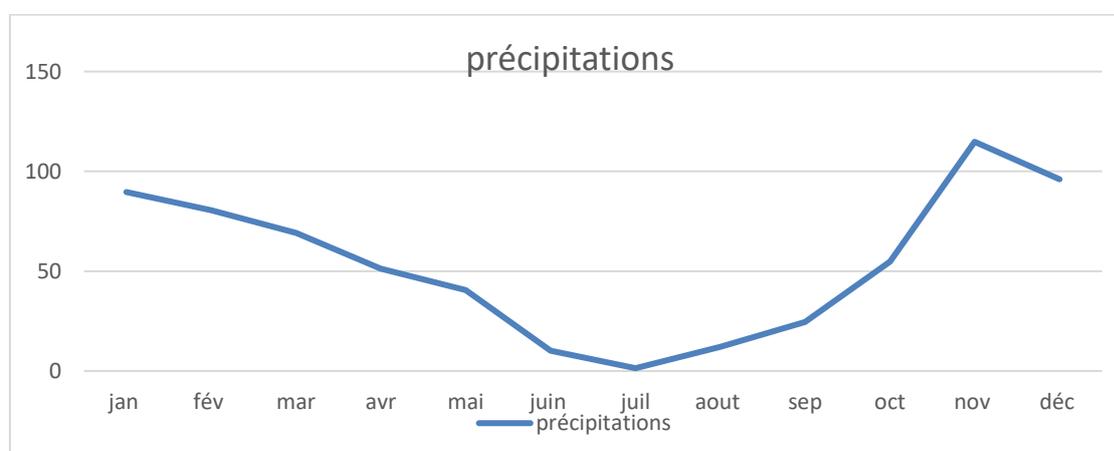


Figure 1.4 : Diagramme mensuelles des précipitations (2018).

Le diagramme au-dessus montre une période sèche de cinq mois entre mai et octobre. Cependant, il y a de grandes quantités de précipitations d'octobre à février.

I.5.3. Humidité

L'humidité relative de la zone d'étude est élevée, elle se situe entre 70 % et 81% Selon les données de l'ONM. [5]

Tableau 1.6 : Humidité relative moyenne de Dar El-Beida.

Humidité	Jan	fév.	mar.	avr.	mai	juin	juil.	aout	Sep.	Oct.	nov.	déc.	Annuell
%	81	77	77	77	75	71	70	71	72	74	77	81	75

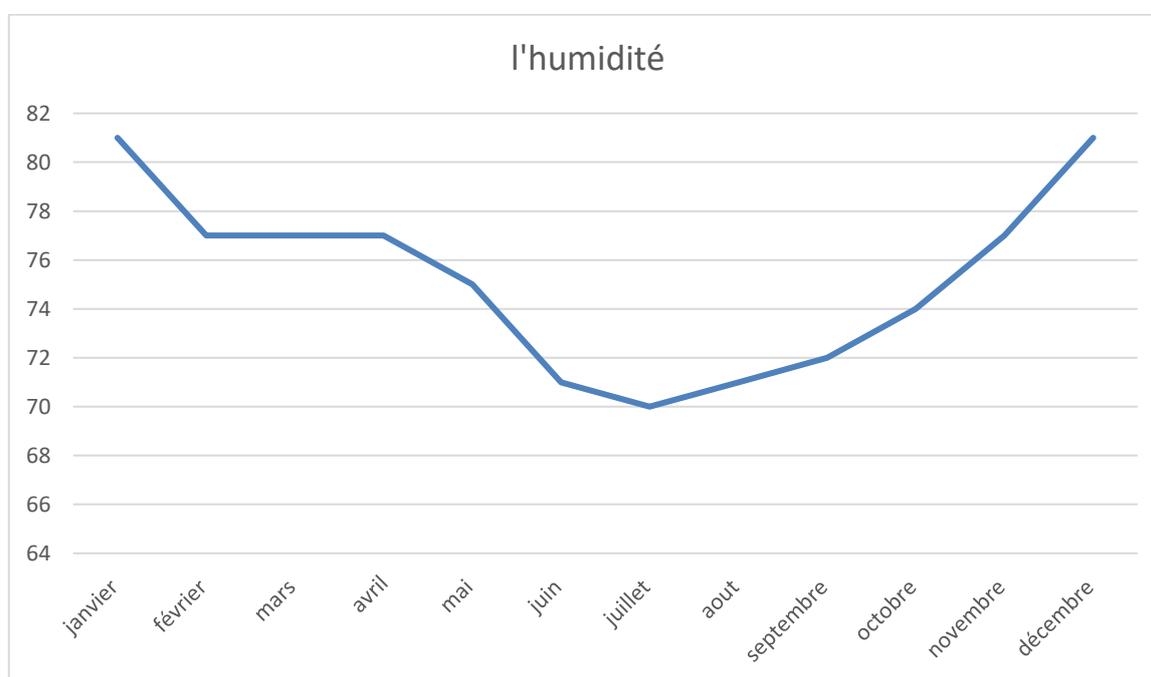


Figure 1.5 : Diagramme mensuelles d'humidité (2018).

I.5.4. Le vent

Les principaux vents dominants sont Ouest, Sud-Ouest et Sud-Ouest. La fréquence moyenne des vents se situe dans la classe de vitesse comprise entre 1 et 5m/s (ONM 2018). [5]

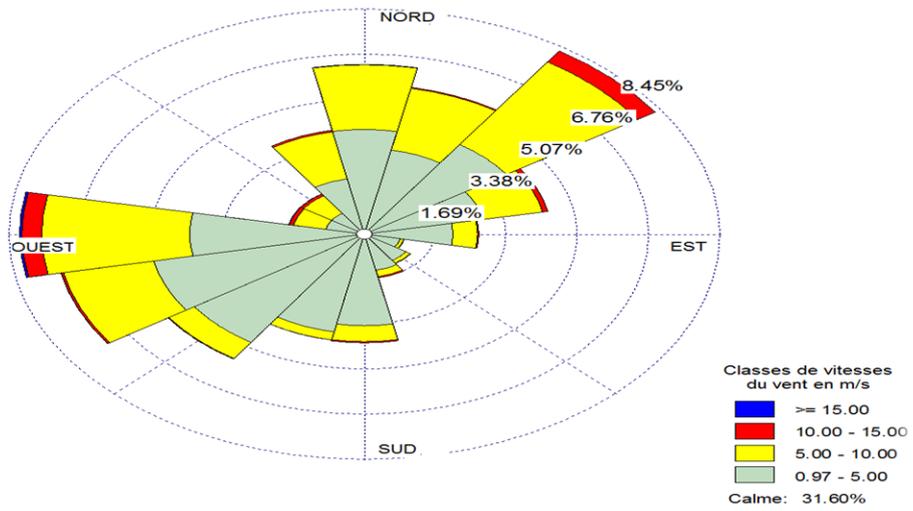


Figure 1.6 : La rose des vents.

CHAPITRE II : Aspects et impacts environnementaux

Les activités aéroportuaires présentent des aspects et des impacts environnementaux importants. La gestion de ces impacts s'avère relativement compliquée à cause du nombre important d'acteurs intervenants dans les opérations quotidiennes de la plateforme aéroportuaire de l'aérogare ouest pour cela en doivent les identifier.

II.1. Les aspects environnementaux de l'aéroport d'Alger

Les aspects environnementaux de l'aéroport d'Alger incluent la gestion de la pollution atmosphérique, la gestion des déchets, et la conservation de la biodiversité locale. L'aéroport doit également réduire les nuisances sonores et optimiser sa consommation d'eau et d'énergie. Une approche intégrée est essentielle pour minimiser l'empreinte écologique tout en répondant aux besoins du transport aérien.

II.1.1. EAU

L'activité aéroportuaire et son accroissement se traduit par des prélèvements et une augmentation de la consommation d'eau (eau potable et eaux industrielles). Des prélèvements importants peuvent provoquer une diminution de la ressource pour d'autres usages (Alimentation en Eau Potable, irrigation, industrie). Des phénomènes de salinisation des nappes peuvent apparaître en zone littorale par déplacement du biseau d'eau salée. Cet impact peut toutefois être positif si l'activité qui s'exerçait avant le développement de l'aéroport consommait des quantités d'eau importantes. C'est notamment le cas de certaines activités agricoles.

II.1.1.1. Eau potable

L'eau potable est une eau pure que l'on peut boire ou utiliser sans risque pour la santé. Elle est desservie à l'aéroport d'Alger par la SEAAL depuis septembre 2007.

La SGSIA compte six forages, dont trois sont fonctionnels [6].

Tableau 2.1 : les forages de la SGSIA.

Forage 1	En service
Forage 2	Épuisé

Forage 3	Mise en service en 2007
Forage 4	Épuisé
Forage 5	A subis un éboulement
Forage 6	Mise en service en Avril 2018

Ce tableau fournit une vue d'ensemble de la condition et l'historique des différents forages, permettant de mieux comprendre l'état actuel des ressources et de planifier les actions futures en fonction de leur disponibilité et condition.

La figure ci-dessous présente un histogramme de la consommation d'eau potable de l'aéroport d'Alger.

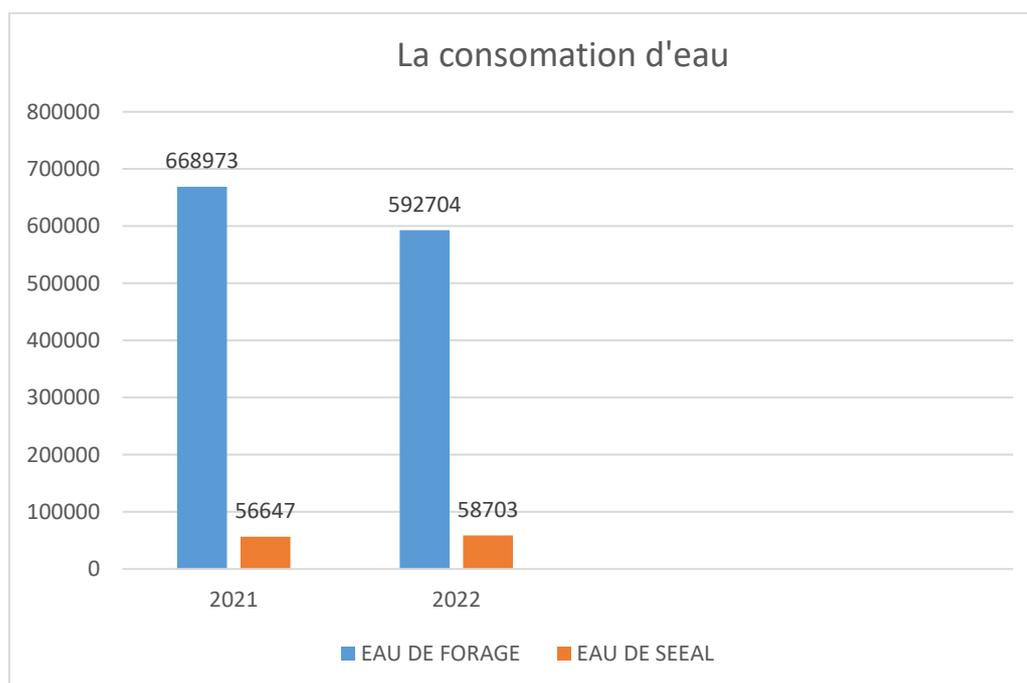


Figure 2.1: histogramme de la consommation annuelle d'eau au niveau d'aéroport d'Alger.[6]

D'après ce diagramme de consommation d'eau on voit que la consommation d'eau de forage diminué en 2022 par rapport à 2021. Par contre l'eau de SEEAL augmente en 2022 par rapport à 2021.

II.1.1.2. Eaux usées

L'eau usée est de l'eau qui a été utilisée par des activités humaines et qui contient des substances polluantes ou contaminantes. Elle provient de diverses sources telles que les foyers, les industries, les commerces, les établissements publics et les infrastructures aéroportuaires. Dans le contexte de l'aéroport, l'eau usée peut provenir des installations sanitaires, des cuisines des restaurants, des services de nettoyage des avions et des autres opérations aéroportuaires. Cette eau nécessite un traitement approprié avant de pouvoir être réintroduite dans l'environnement ou réutilisée, afin de minimiser l'impact écologique et de garantir la santé publique.

La fréquentation d'un aéroport est à l'origine de rejets d'eaux usées domestiques (sanitaires, restaurants, etc...), qui sont généralement rejetées dans le réseau d'assainissement public ou dans des systèmes d'assainissement propres à la plateforme aéroportuaire (fosses septiques, macrophytes...). Ces rejets aboutissent à un réseau de collecte séparatif avec les eaux pluviales.

- **A1** : point de rejet au niveau de la station de relevage située au centre de l'infrastructure et où se trouve le bac de récupération des huiles et graisses alimentaires des restaurants.
- **B2** : point de rejet de la station de relevage des eaux usées sanitaires localisée au niveau du sous-sol coté Est.
- **C1** : point de rejet de la station de relevage des eaux usées sanitaires localisée au niveau du sous-sol côté Ouest.
- **D1** : point de rejet final du Terminal 1 situé à l'extérieur du bâtiment sur la partie Ouest coté ville.

II.1.1.3. Types des eaux usées

L'aéroport consomme, pour son fonctionnement, une importante quantité d'eau, qui est rejetée sans aucun prétraitement dans le réseau d'assainissement sous forme d'eau usée, comme suit :

- **Les eaux industrielles** : Ces eaux proviennent des opérations de lavage, de maintenance et d'entretien des avions et des véhicules, elles sont polluées par des hydrocarbures.
- **Les eaux usées sanitaires** : Ces effluents proviennent essentiellement des sanitaires et douches.

- **Les eaux de ruissellement** : Ces eaux proviennent des eaux pluviales ayant ruisselées sur les voiries bitumées, les toitures et les aires de stationnement des avions, elles sont drainées vers les caniveaux d'eaux pluviales.

Tous ces rejets peuvent être chargés en matière organique, en métaux lourds, en graisse, en détergents, et d'autres divers polluants chimiques et sont rejetés dans différents exutoires :

- **Oued El-Hamiz** : reçoit uniquement les eaux de drainage de la zone EST du côté de la piste 05/23 et qui sont acheminées vers la station d'épuration de Réghaia.
 - **Oued Smar** : reçoit les eaux pluviales, une partie des eaux résiduares évacuées des infrastructures et les eaux de drainage de la zone OUEST du côté de la piste 09/27, le reste des eaux résiduares sera évacué vers la station de relevage de l'Est qui les acheminera vers la station d'épuration de Baraki.
- .[7]



Figure 2.2 : Carte de réseau hydrique autour de Dar El Beida [2]

II.1.2. L'énergie

L'énergie consommée dans l'aéroport et l'énergie électrique, L'énergie électrique est une forme d'énergie résultant du mouvement des électrons à travers un conducteur. Elle est produite par la conversion d'autres formes d'énergie, telles que l'énergie chimique, mécanique, solaire ou nucléaire, en énergie électrique. Cette énergie est largement utilisée pour alimenter divers dispositifs, équipements et systèmes dans les secteurs résidentiels, industriels, commerciaux et de transport.

Les aéroports consomment beaucoup d'énergie, en particulier pour l'éclairage extérieur, les voies d'accès, les liaisons inter-terminaux et les parkings automobiles.

II.1.2.1. Source de l'énergie

Pour l'aéroport d'Alger l'énergie plus utilisé est l'électricité, il existe trois stations électriques, une propriété de la SGSIA située au niveau du Terminal 4, elle reçoit de la SONELGAZ, une arrivée de tension de 60 KV, à l'aide de deux transformateurs, elle représente la source principale de l'énergie utilisée au niveau de l'Aéroport d'Alger. Deux autres propriétés de l'ENNA, située au niveau du parking des véhicules du Terminal 4, reçoivent de SONELGAZ une arrivée de tension de 60 KV, à l'aide de deux transformateurs, par précaution, deux autres transformateurs secours sont installés en cas de panne. Au niveau du Terminal 2, une ancienne centrale a quatre groupes électrogènes de 2,8 MVA et fonctionne avec un régime réduit. Elle sert à la SONELGAZ en cas d'interruption d'alimentation [21].

La figure ci-dessous présente un histogramme de la consommation électrique de l'aéroport d'Alger.

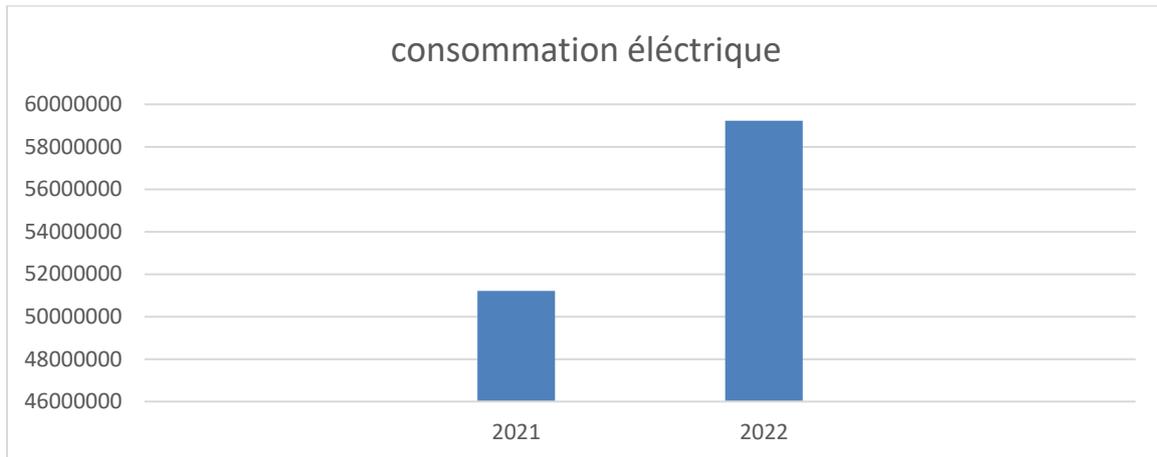


Figure 2.2: histogramme de la consommation électrique [7]

D'après ce diagramme de consommation d'énergie on voit que la consommation d'énergie augmente en 2022 par rapport à 2021. Cette augmentation est due aux créations des nouvelles lignes aériennes et aussi le basculement de fournisseur d'électricité de l'ENNA vers SONALGAZ.

II.1.2.2. Domaine d'utilisation de l'énergie électrique

La figure ci-dessous présente un diagramme qui nous montre les différents domaines d'utilisation de l'énergie électrique :

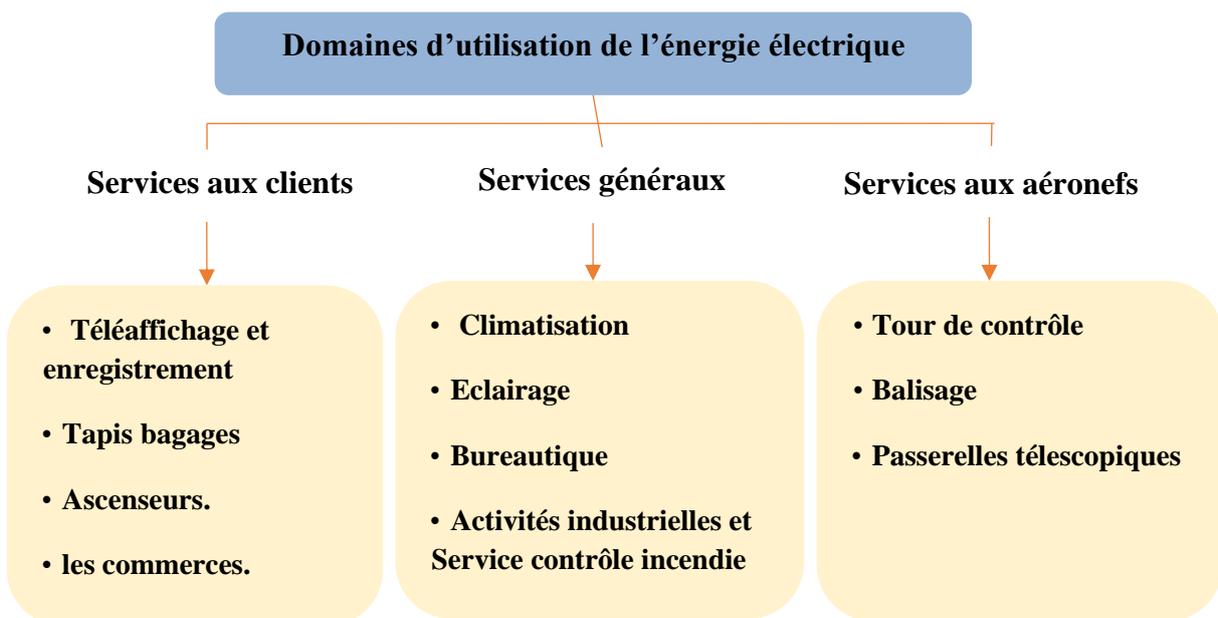


Figure 2.3 : Schéma explicatif des domaines d'utilisation de l'énergie électrique.

Dans cette figure, on remarque qu'il y a trois domaines d'utilisation d'énergie électrique. Le premier est les services aux clients, où sont utilisés le téléaffichage, les tapis bagages, les ascenseurs et les commerces. Deuxièmement, nous avons les services généraux, qui comprennent la climatisation, l'éclairage, la bureautique, les activités industrielles, les services de contrôle incendie. Le dernier domaine est les services aux aéronefs, incluant la tour de contrôle, le balisage et les passerelles télescopiques.

II.1.3. Le bruit

Un bruit est un ensemble de sons sans harmonie. Les avions en vol ont tendance à distinguer le bruit des groupes motopropulseurs, qui sont prédominants lors des phases de décollage, et le bruit aérodynamique. Il est aussi important que le bruit des moteurs pour les phases d'atterrissage.

II.1.3.1. Les normes acoustiques

Elles sont définies en 1969 à l'échelle internationale par l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile (OACI), qui recommande d'adopter une approche équilibrée pour la gestion du bruit autour des aéroports basées sur :

- Savoir la source du bruit pour la réduire.
- L'aménagement et la gestion du territoire.
- Les procédures de décollage et d'atterrissage.

La gestion des nuisances sonores n'est pas la priorité des autorités algériennes.

II.1.3.2. Le PEB d'Alger

Le Plan d'Exposition au Bruit (PEB) est un document d'urbanisme définissant des zones de bruit autour d'un aéroport là où la construction et la rénovation de logements sont contraintes. L'élaboration d'un PEB doit tenir compte de l'ensemble des perspectives à court, moyen et long terme de développement et d'utilisation de l'aéroport concerné. Ce document graphique à l'échelle du 1/25000^{ème} délimite quatre zones de gêne quantifiées par l'indice « Lden ». Ces zones sont :

- Une zone A de gêne très forte ($L_{den} > \text{ou égal à } 70$).

- Une zone B de gêne forte (Lden supérieur à une valeur choisie entre 65 et 62).
- Une zone C de gêne modérée (Lden supérieur à une valeur choisie entre 57 et 55).

Une zone D de gêne faible, obligatoire sur les dix plus grands terrains (Lden > à 50) [8]

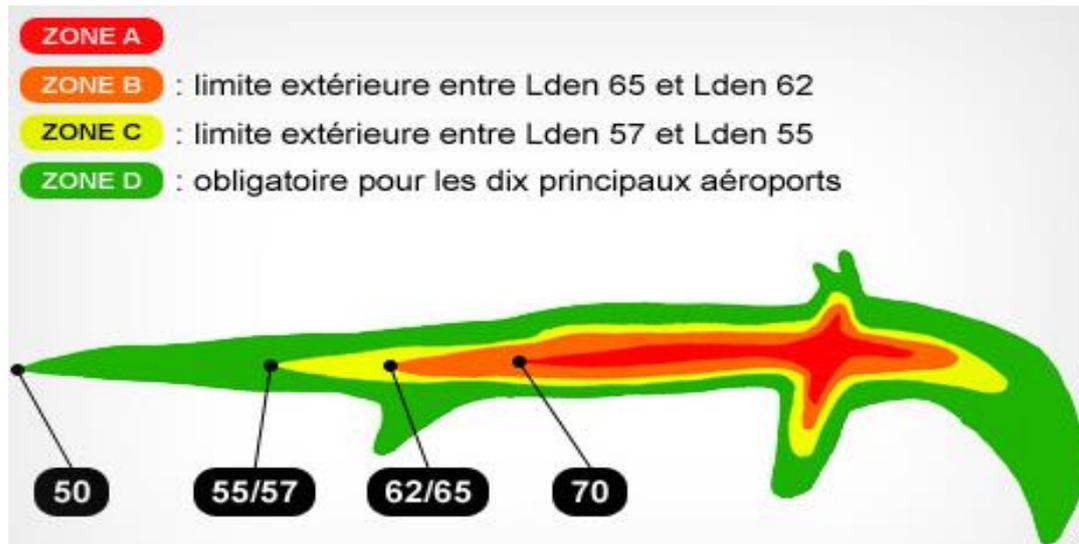


Figure 2.4 : Schéma représentatif des zones du PEB.

II.1.3.3. Les sources des nuisances sonores

- **Source mécanique** : bruit issu du moteur des avions (bruit de la soufflante et du compresseur, bruit du jet, bruit de la turbine et de la combustion).
- **Source aérodynamique** : bruit issu du mouvement interagissant entre l'air et l'appareil.
- Des ateliers d'essais de moteurs des avions de la compagnie Air Algérie
- Les ateliers de fabrication de la DML (atelier de ferronnerie, menuiserie, tôlerie, etc.).

II.1.4. La pollution atmosphérique

La qualité de l'air est un sujet préoccupant en raison des impacts de la pollution atmosphérique et de son implication dans le réchauffement climatique à travers les émissions des gaz à effet de serre . Le transport aérien rejette ses émissions directement dans la région de la tropopause où leur potentiel d'impact sur l'atmosphère est démultiplié [9].

II.1.4.1. Sources de la pollution atmosphérique

L'aéroport d'Alger, par sa superficie et ses activités influe sur la qualité de l'air en raison du rejet d'émissions atmosphériques polluantes par plusieurs sources viennent du côté pistes et du côté ville à savoir :

- **Côté pistes**
 - Source mobile : Moteur avion et engins.
 - Source fixe : Les dépôts et postes de distribution de carburant (dégagement des COV), et la zone d'entraînement des pompiers (simulations d'incendies)
- **Côté ville**
 - Trafic routier.
 - Les bâtiments aéroportuaires et autres.

II.1.4.2. Les principaux polluants émis autour de l'aéroport

Les polluants sont produits lors de la combustion du carburant. Ce sont : l'Oxydes d'azote (NOx), monoxyde de carbone (CO), hydrocarbures imbrûlés (HC) ou composés organiques volatils (COV), dioxyde de soufre (SO2) et particules solides (PM). Il émet également du dioxyde de carbone (CO2) et de la vapeur d'eau. En outre, dans certaines conditions atmosphériques, les oxydes d'azote et les composés organiques volatils se combinent pour former l'ozone (O3). Au décollage, atterrissage ou délestage du carburant (effectué uniquement dans les circonstances où la sécurité des vols exige un atterrissage urgent), quand les moteurs sont à régime élevé, les émissions de NOx et de particules sont élevées. Au sol, les moteurs tournent au ralenti, en raison de la combustion incomplète, ils dégagent peu de NOx mais davantage de CO et de HC [9].

II.1.5. Les déchets

L'activité aéroportuaire engendre une diversité de sources de déchets, provenant des passagers, des compagnies aériennes, des services de nettoyage des avions, des services postaux et de fret, des agences de location de voitures, des établissements de restauration, des boutiques et autres services. Ces acteurs génèrent une variété de déchets, comprenant des déchets ménagers, des déchets spéciaux dangereux et non dangereux.

II.1.5.1. Type des déchets au niveau de l'aéroport d'Alger

Ce tableau présente les différents types de déchets générés dans l'aérogare, en détaillant leurs caractéristiques et les méthodes de gestion associées. Il permet de comprendre la nature des déchets produits et leurs dangers [9].

Tableau 2.2 : Les types des déchets spécifiques à chaque activité aéroportuaire.

Activités	Nature	Classification	Dangerosité
Administratives	Papier-Plastique.	Ménagers et assimilés	-
	Cartouche d'impression et toners.	Spéciaux Dangereux	Dangereux pour l'environnement
Industrielles -Atelier maintenance des avions -Atelier maintenance des voitures -Atelier de Fabrication	Sciures de bois et emballages souillés. Kérosène, white spirit, sciures de bois et emballages souillés.	Spéciaux Dangereux	Inflammable toxique Inflammable irritante Nocive Comburante Explosive Dangereux pour l'environnement
	Huiles usagées, batteries, fûts, bidons d'huile de moteur, chiffons, absorbants, sciures de bois souillés, bombes de peinture.	Spéciaux Dangereux	Toxique Nocive Inflammable irritante Dangereux pour l'environnement
	Pièces de rechange usagées.	Spéciaux Dangereux	Toxique Nocive Inflammable irritante Dangereux pour l'environnement
	Boites de peinture, bouteilles de solvant.	Spéciaux Dangereux	Nocive
	Chutes de bois souillés, Déchets Ferreux	Spéciaux	-
Commerciales	Papier, plastique, carton, verre, magazine, journaux.	Ménagers et Assimilés	-
Alimentaires	Déchets d'emballage (bouteilles en plastiques ou en verre,	Ménagers et Assimilés	

	canettes...), le reste des repas, les huiles et matières grasses alimentaires.		
Médicales	Aiguilles dentaires, Bavettes, Broches, Capsules d'anesthésie, Clichés dentaires, Cotons salivaires, Dents, Gants, Pansement, Perfuseurs, solutés, collecteur d'aiguilles et épie crânienne, Produits de développement (Fixateur) en litres, Produit de développement, seringues.	Spéciaux Dangereux	Infectieux Dangereux pour l'environnement
Travaux	Débris, pavés, briques, métaux.	Inerte	Dangereux pour l'environnement
Assistance au sol et l'avitaillement	Déchets alimentaires (restes de nourritures). Déchets d'emballage (papiers, cartons, journaux,	Ménager et Assimilé	Dangereux pour l'environnement

II.1.5.2. La composition des déchets

La quantité de déchets produite varie en fonction de plusieurs facteurs. Elle est principalement influencée par le flux des passagers et l'évolution du trafic aérien, ainsi que par des facteurs saisonniers tels que les périodes de vacances et les jours fériés. Les moments de pointe, caractérisés par une affluence accrue de passagers, entraînent généralement une augmentation de la production de déchets. De même, les périodes de basse saison peuvent être associées à une production moindre de déchets. Cette fluctuation dans la quantité de déchets générés souligne l'importance de prendre en compte diverses variables lors de la gestion des déchets dans les environnements aéroportuaires.

La composition des déchets de l'activité aéroportuaire est présentée dans la figure suivante :

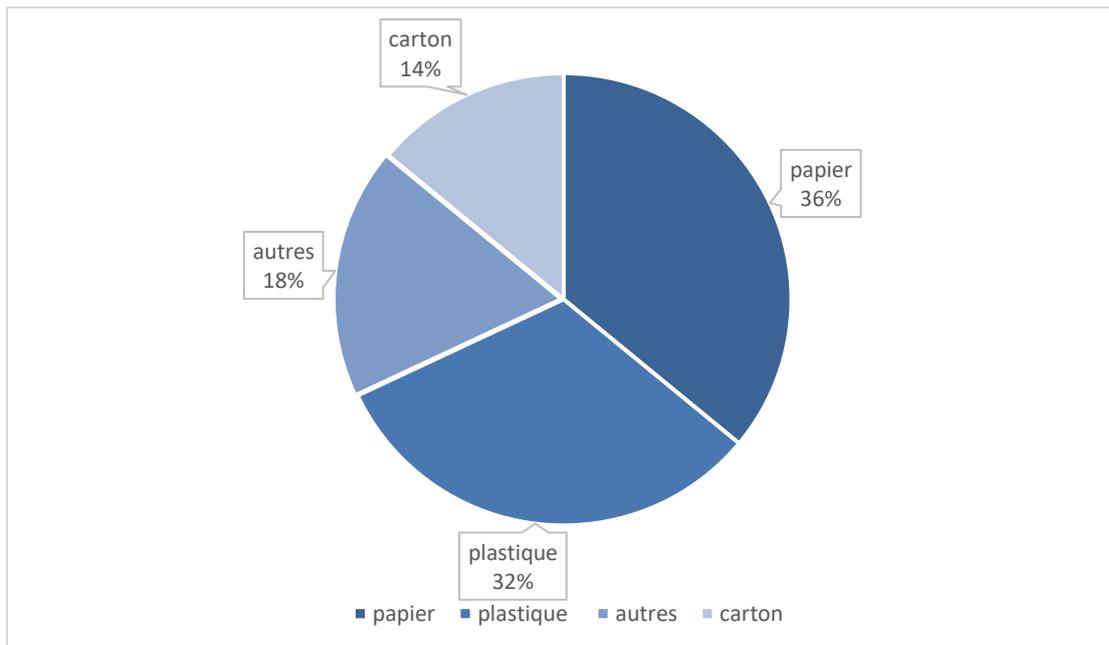


Figure 2.5 : Composition des déchets [10]

II.2. Les impacts environnementaux sur l'aéroport d'Alger

Les impacts environnementaux de l'aéroport d'Alger englobent les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques, contribuant au changement climatique et à la dégradation de la qualité de l'air. L'aéroport doit également gérer les nuisances sonores, la production de déchets et la consommation d'eau et d'énergie, tout en protégeant la biodiversité locale. Une gestion durable est essentielle pour atténuer ces impacts et promouvoir une activité aéroportuaire respectueuse de l'environnement.

II.2.1. Eau

Les fuites provenant des anciens réseaux d'égouts entraînent la contamination des sols et des nappes phréatiques, ainsi que la détection de pollution dans certains puits et les canalisations des eaux pluviales, qui sont souvent obstruées par des débris en raison d'une mauvaise gestion et de l'absence de grilles. Il convient également de noter que les eaux pluviales sont utilisées pour l'irrigation des espaces verts de l'aéroport. Une autre conséquence potentielle est la contamination des rivières en cas de pollution des eaux usées par des hydrocarbures ou d'autres polluants dus au déversement de déchets dans les réseaux d'assainissement. Il est important de souligner que la SGSIA a strictement interdit à tous les opérateurs de l'aéroport de déverser tout type de déchet directement dans le réseau d'assainissement.

II.2.1.1. L'épuisement de consommation des eaux de forages

L'utilisation excessive des eaux des forages a un impact direct sur les eaux souterraines et la nappe phréatique :

- Les prélèvements effectués par forage modifient la forme de la surface supérieure de la nappe, créant ainsi un cône de rabattement. Cette zone d'influence peut représenter un risque de contamination de la nappe par la surface.
- En zone littorale, l'utilisation intensive des forages peut entraîner des phénomènes de salinisation des nappes en déplaçant le front d'eau salée.
- Les niveaux d'eau peuvent diminuer suite à ces prélèvements excessifs, ce qui aggrave le phénomène de déficit hydrique et en augmente l'ampleur.

II.2.2. Energie

Le plus grand défi à l'aéroport d'Alger réside dans le système de climatisation. Ce tableau ci dessus présente les types de pollution causés par la climatisation et les activités industrielles, ainsi que leurs conséquences sur l'environnement :

Tableau 2.3 : les conséquences du système de climatisation.

Type de pollution provoquée	Les conséquences
Pollution de l'air (dû à la climatisation et les activités industrielles)	Sur l'environnement Les gaz frigorigènes augmentent le réchauffement climatique avec l'émission de gaz à effet de serre.
Accumulation des déchets indésirables (climatiseur)	Jeter un climatiseur car il ne fonctionne plus, est interdit. l'accumulation des fluides du climatiseur deviennent très dangereux pour l'environnement.

Ce tableau met en lumière les impacts environnementaux spécifiques liés à l'utilisation et à la gestion des systèmes de climatisation et des activités industrielles dans les aéroports, soulignant l'importance d'une gestion rigoureuse et responsable de ces éléments pour minimiser leur impact écologique.

II.2.3. Bruit

Le voisinage de l'aéroport d'Alger est constitué de fermes, d'agglomérations et de zones industrielles. Celles qui sont proches des bouts de pistes et des couloirs de circulation des avions sont les plus exposées au bruit.

L'extension de l'aéroport d'Alger a coupé la commune de Dar El Beida en 2 parties

- **Les quartiers de la partie sud** : les plus proches des pistes de l'aéroport d'Alger sont devenus isolés par rapport au centre-ville de la commune. Ces quartiers sont : Aban Ramdane, Mouhdjer, Ben Khilil et Salah Dib.
- **Les quartiers de la partie nord** : les plus proches de l'aéroport. Ces quartiers sont : Krim Belkacem, cité des maritimes, cité des travailleurs et cité des douaniers.

Ce tableau vise les impacts dus au bruit. C'est un outil utile pour organiser et présenter les différentes conséquences du bruit de manière claire et concise.

Tableau 2.4 : Les Impacts dus au Bruit.

Effets physiologiques	Effets psychologiques
Lésions auditives, maux de tête. Troubles des fonctions végétatives. Problèmes cardiovasculaires. Augmentation de la pression sanguine. Diminution de la profondeur du sommeil.	Gêne. Stress, nervosité, tension, abattement. Troubles de la communication. Baisse de productivité, irritabilité. Symptômes psychosomatiques.
Effets sociaux	Effets économiques
Difficultés de communication. Jugement porté sur les autres. Diminution de l'esprit d'entraide. Agressivité, ségrégation sociale.	Niveau des loyers et des prix immobiliers. Coûts de la protection contre le bruit. Coûts de la santé, pertes de production. Coûts de l'aménagement du territoire.

II.2.4. Pollution atmosphérique

Vu que les avions sont le moyen de transport le plus polluant, ce dernier est à l'origine de la pollution atmosphérique qui a un impact puissant sur le climat par sa contribution de l'émission de gaz à effets de serre tel que : la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (ou protoxyde d'azote, de formule N₂O) et l'ozone (O₃).

En prenant en compte l'ensemble de ces gaz, les émissions aéronautiques sont alors à l'origine de 4,9 % du réchauffement climatique mondial. C'est donc des contributeurs d'émissions de gaz à effet de serre de premier plan.

Le dioxyde de carbone CO₂ est le principal gaz responsable du renforcement de l'effet de serre et donc celui contre lequel il faut le plus lutter [10].

Tableau 2.5 : Les impacts des gaz émis par les avions sur la santé. [10]

Les gaz émis par les aéronefs	Impacts sur la santé humaine
Oxydes D'Azote NO NO₂	Une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques. Sensibilité des bronches aux infections. (enfant) Diminution du pouvoir oxygénateur du sang. Hautement Toxique, effets sur les poumons.
Monoxyde de Carbone (CO)	Intoxication du sang. (se fixe sur l'hémoglobine). Manque d'oxygénation.
Hydrocarbures Imbrulés (HC)	Irritation des yeux. La Toux. Action cancérigène.
Les Composés Organiques Volatiles (COV)	Irritation des yeux et des muqueuses. Cancer (benzène).
Ozone (O₃)	Maladies respiratoires. Irritations oculaires. La toux. Altération de la fonction pulmonaire lorsque ses concentrations sont trop élevées.
Dioxyde de Soufre (SO₂)	Maladies respiratoires.

Particules Solides (PS) > 10um	Attaque des muqueuses nasales Effets mutagènes et cancérigènes à long terme.
--	---

Ce tableau met en lumière la variété des polluants émis par les aéronefs et les graves répercussions qu'ils peuvent avoir sur la santé humaine, soulignant ainsi l'importance de gérer et de réduire ces émissions pour protéger la santé publique.

II.2.5. Déchets

Ce tableau présente les impacts environnementaux des déchets aéroportuaires, en mettant en lumière les effets négatifs potentiels de chaque type de déchet sur l'environnement. Il fournit une analyse détaillée des diverses catégories de déchets, telles que les déchets solides, liquides, et dangereux, ainsi que leur influence sur les sols, l'eau et l'air. Cette présentation permet de mieux comprendre l'importance de la gestion efficace des déchets dans les aéroports pour minimiser leur empreinte écologique et protéger les écosystèmes environnants.

Tableau 2.6: les impacts environnementaux des déchets aéroportuaires. [10]

Les déchets Spéciaux dangereux	Leurs dangers	Leurs impacts
Cartouches d'impressions	Dangereux pour l'environnement	Sur l'environnement et le climat Car elles sont en plastique non biodégradable, contiennent des métaux lourds (plomb) et le résidu d'encre.

<p>Batteries, Bombes de peinture, Pièces de rechange usagées, Bouteilles de solvant.</p>	<p>Inflammable toxique et irritante.</p> <p>Nocive, Comburante et explosible.</p>	<p>Sur la santé publique Le contact avec l'acide sulfurique des batteries est extrêmement dangereux pour la peau et les yeux. Ils sont facilement inflammables, et libèrent des gaz polluants pour le climat et causent des étouffements et maladies respiratoires chez les humains.</p>
---	---	---

<p>Le reste des repas. Les huiles et matières grasses alimentaires qui produisent un jus dit lixiviat</p>	<p>Lixiviat toxique</p> <p>Riche en matières en suspension, les micropolluants toxiques, métaux lourds, acides gras volatils, et produits soufrés.</p>	<p>Sur la nappe phréatique Pollution des eaux superficielles et souterraines et donc l'accentuation du déficit hydrique. les phénomènes à long terme mal connus.</p> <p>Sur les passages et employés des nuisances telles que les odeurs désagréables et envols et animaux et insectes.</p>
<p>Déchets de soin médical Aiguilles, Bavettes, Broches, Gants Cotons salivaires, Pansement, collecteur d'aiguilles, seringues</p>	<p>Infectieux dangereuse pour l'environnement</p>	<p>Sur la santé publique risques de contamination par des maladies graves virales ou bactériennes.</p> <p>Sur l'environnement et le climat La survie de certains pathogènes qui peuvent être transportés pas d'autre vecteurs (rats, chiens, chats). Certains produits chimiques peuvent générer des gaz toxiques.</p>
<p>Lampes et néons</p>	<p>Toxique dangereuse pour l'environnement</p>	<p>Sur l'environnement et le climat Par les émissions de gaz toxiques qui contribuent dans le réchauffement climatique et la qualité des écosystèmes.</p>
<p>insecticides, détergents.</p>	<p>Nocif dangereux pour l'environnement</p>	<p>Sur l'environnement et le climat Pollution de l'air.</p> <p>Sur la santé publique Des toux aux gens allergiques</p>
<p>Cadavres d'animaux suspects</p>	<p>Dangereux pour l'environnement</p>	<p>Sur la santé publique et l'environnement</p>

		car on ne sait pas comment ou par quoi ils sont morts, ou s'ils sont contaminés, infectés ou autre.
--	--	---

II.3. Système de gestion environnementale au niveau de l'aéroport

Dans le cadre de la démarche du développement durable et la réduction des impacts liés aux aspects environnementaux des activités aéroportuaires, la SGSIA a décrit les grandes lignes d'une démarche environnementale efficace afin d'assurer une meilleure gestion de l'eau, des déchets, de l'énergie générés au niveau de l'aéroport d'Alger.

II.3.1. Gestion de l'eau

La rareté et la cherté de la ressource d'eau, met l'aéroport d'Alger dans l'obligation d'améliorer sa gestion des eaux potables, usées et pluviales, afin d'assurer une utilisation plus économique et écologique et pour éviter sa dépendance à une alimentation externe qui peut être interrompue à tout moment et se retrouver dans le risque d'être déclassée comme énoncé par l'OACI.

Pour cela la SGSIA a :

- Equipé chaque opérateur de compteurs d'eau.
- Renouvelé les réseaux d'alimentation et d'assainissement des eaux pour éviter les fuites.
- Fait des enquêtes terrain pour détecter et éliminer les fuites d'eaux surtout au niveau des sanitaires.
- Mis en place des chasses d'eaux intégrées au niveau du terminal ouest pour réduire les pertes d'eau.
- Mis en place un système de prétraitement des eaux usées et pluviales (séparateurs d'hydrocarbures).

Pour préserver cette source la SGSIA a opté aussi pour des mesures de sensibilisations en utilisant des affiches au niveau des sanitaires surtout pour rappeler les passagers et les travailleurs pour bien fermer les robinets [12].

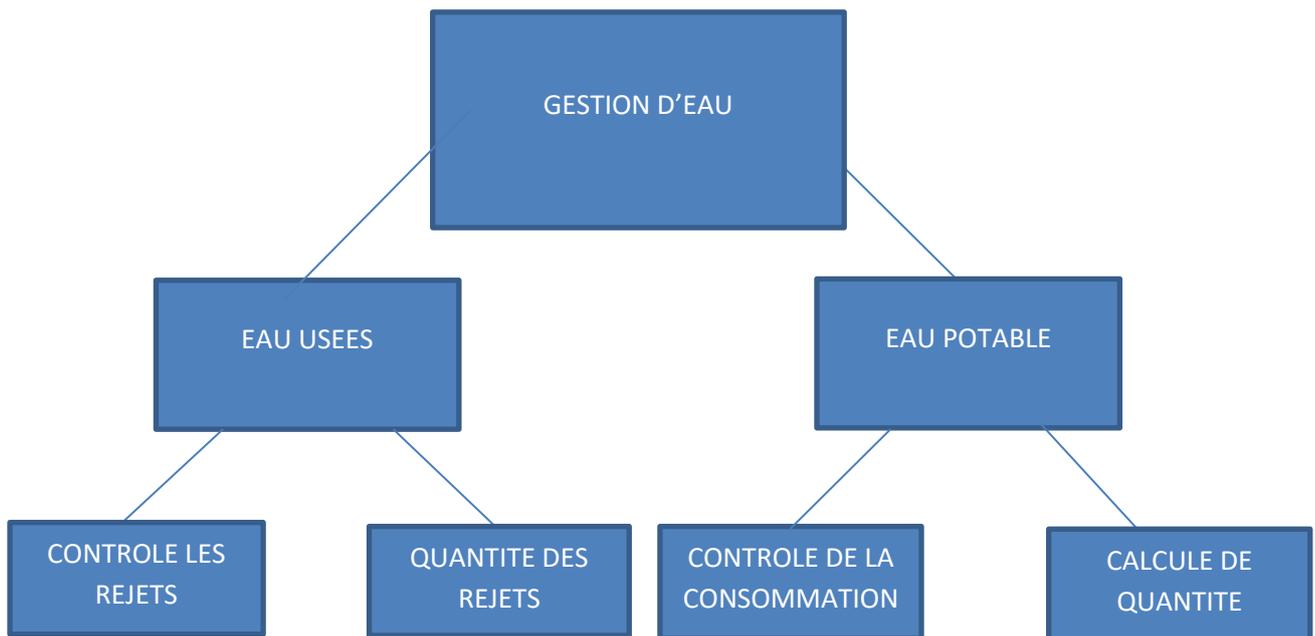


Figure 2.6 : Schéma expliquant la gestion de l'eau

Dans ce schéma, on montre comment la gestion de l'eau est effectuée dans l'aéroport. Tout d'abord, deux types d'eau sont pris en compte : les eaux usées et l'eau potable. Pour les eaux usées, les rejets sont contrôlés afin d'éviter la pollution des caniveaux d'eau, et la quantité de déchets est calculée. Pour l'eau potable, la qualité de l'eau est contrôlée dans des laboratoires de SEEAL, et la consommation mensuelle est calculée.

II.3.2. Gestion de l'énergie

Dans le cadre du développement durable, la SGSIA accorde une grande importance à l'utilisation rationnelle de l'énergie et s'est engagée à gérer judicieusement sa consommation énergétique. Pour améliorer l'efficacité énergétique de la plateforme aéroportuaire, plusieurs actions sont entreprises

- Réalisation d'un suivi régulier et d'enquêtes sur la consommation d'électricité chaque trimestre.

- Vérification de l'état de tous les compteurs électriques et remplacement de ceux défectueux sur la plateforme aéroportuaire.
- Extinction de l'éclairage intérieur des bâtiments la nuit, les week-ends et pendant les périodes de fermeture.
- Réduction de l'éclairage extérieur en remplaçant les lampes coûteuses par des LED à faible consommation (au niveau de T1 et T2) et installation d'un système d'éclairage automatique au niveau de Terminal ouest.
- Réduction de la consommation des appareils informatiques en paramétrant la mise en veille des ordinateurs, en éteignant complètement les écrans la nuit, en favorisant les ordinateurs portables qui consomment 50 à 80 % moins qu'un poste fixe, et en limitant le nombre d'imprimantes au profit d'appareils multifonctions moins nombreux.
- Débranchement des équipements bureautiques tels que les imprimantes, les ordinateurs (ainsi que les écrans), les photocopieurs et les fax lorsqu'ils ne sont pas utilisés.
- Réglage de la climatisation à une température confortable.

Pour préserver cette source la SGSIA a opté aussi pour des mesures de sensibilisation pour le personnel en utilisant des affiches au niveau des bureaux [12].

II.3.3. Nuisance sonore

La négligence de la réduction des nuisances sonores est remarquable, avec un manque flagrant d'études ou de mesures prises au niveau de la plateforme aéroportuaire pour atténuer les émissions atmosphériques et réduire les nuisances sonores causées par le bruit des avions.

En réponse aux multiples plaintes des habitants de la commune de Dar El-Beida auprès du Ministère de l'Environnement (ME), l'ENNA a pris la décision de reconfigurer les couloirs aériens dans le but spécifique de réduire les niveaux de bruit perçus, particulièrement la nuit. [12]

II.3.4. Réduction de la pollution atmosphérique

Il est à noter que ces aspects sont négligés, et qu'aucune étude ni mesure est prise au niveau de la plateforme aéroportuaire, pour minimiser les émissions atmosphériques, améliorer la qualité de l'air et diminuer les gênes sonores dus au bruit des avions.

Suite aux multiples plaintes signalées par les riverains de la commune de Dar El-Beida au niveau du Ministère de l'Environnement (ME), l'ENNA a décidé de changer la direction des couloirs pour justement essayer de minimiser le taux du bruit ressenti surtout la nuit.

II.3.5. Gestion des déchets

L'amélioration de la gestion des déchets nécessite une collaboration entre le personnel de la SGSIA et les opérateurs de l'aéroport pour atteindre les objectifs principaux qui sont :

- La réduction de la quantité de déchets qui sont générés au niveau de la plateforme et leur élimination conforme.
- Rentabilisation des coûts de traitement des déchets.
- Amélioration des performances et l'image environnementales de l'aéroport.
- Protection de l'environnement.

Pour cela la SGSIA a :

- Amélioré les zones de stockage des déchets par :
 - ✓ L'évaluation des besoins de la gestion des déchets comme les bacs et poubelles.
 - ✓ Réservation, aménagement et assurance de la propreté et le contrôle des zones d'entreposage.
 - ✓ Affichage des horaires d'ouverture et de fermeture à l'extérieur des zones d'entreposage.
 - ✓ Assurance du tri de déchets.
 - ✓ Étudié l'endroit de la mise en place des moyens de collecte des déchets.

- Éliminée les déchets tout en :
 - ✓ Prospectant des récupérateurs agréés afin d'assurer l'élimination conforme des déchets.
 - ✓ Signant des conventions de récupération des déchets.
 - ✓ Assurant le suivi des conventions et des déchets récupérés.
 - ✓ Suivant le circuit de l'élimination des déchets jusqu' à leur destination finale.

[12]

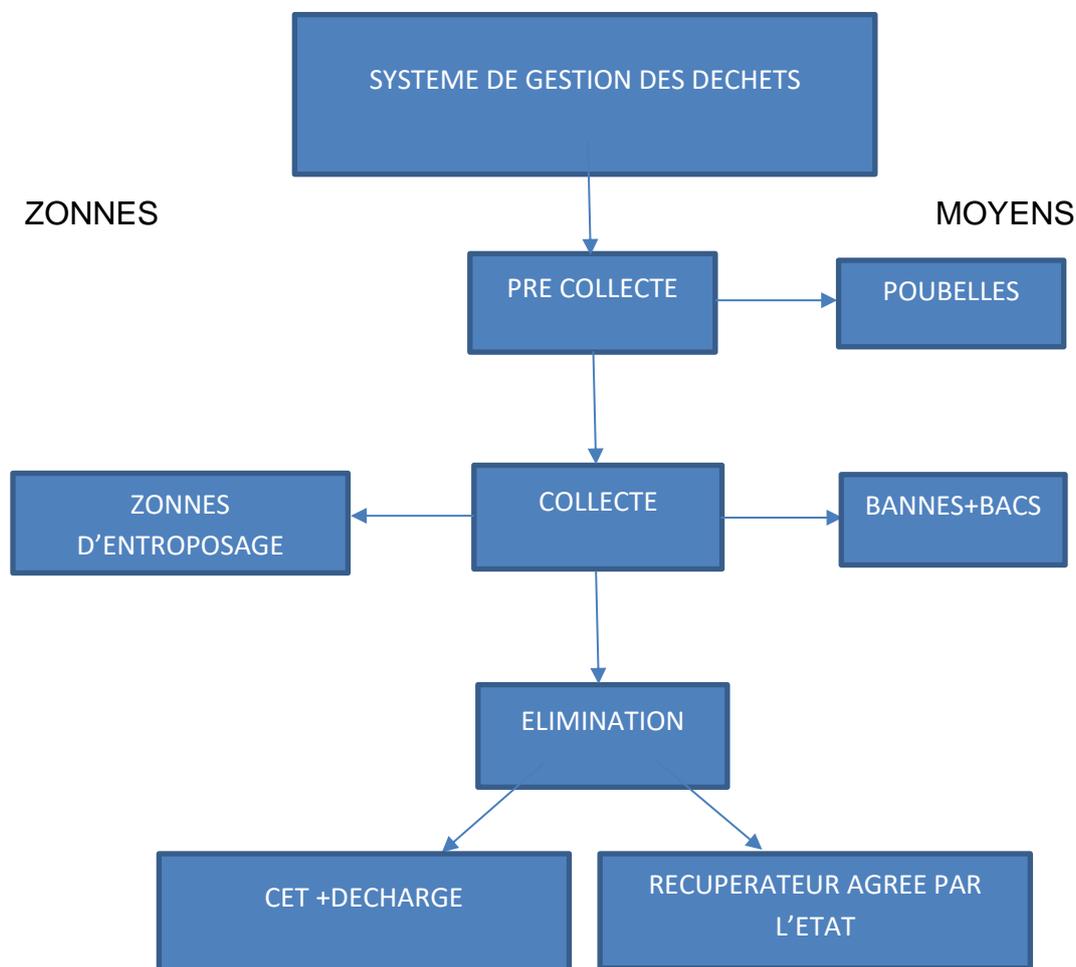


Figure 2.7: Schéma expliquant la gestion des déchets

La gestion des déchets dans l'aérogare commence par la pré-collecte, où les déchets sont déposés dans des poubelles. Ensuite, la collecte est effectuée dans la zone d'entreposage en utilisant des bennes et des bacs. Enfin, l'élimination est réalisée : les

déchets destinés à être jetés sont placés dans des centres d'entreposage temporaire ou des décharges, tandis que les déchets utiles sont donnés à des récupérateurs agréés par l'État [13].

**CHAPITE III : Recommandations
amélioratives de la gestion
environnemental de l'aéroport
d'Alger**

III.1. Recommandations amélioratives

Pour améliorer la gestion environnementale à l'aéroport d'Alger, il est essentiel de s'inspirer des meilleures pratiques mises en œuvre dans les aéroports de pointe. Voici quelques méthodes efficaces utilisées pour gérer les différents impacts environnementaux :

III.1.1. Gestion d'eau

L'exploitation de l'eau dans un aéroport peut se faire de plusieurs manières pour assurer une utilisation efficace et durable de cette ressource précieuse. Voici quelques moyens :

III.1.1.1. Collecte des eaux de pluie

Les aéroports disposent souvent de vastes surfaces de toit sur les terminaux, les hangars et d'autres installations. Installer des systèmes de collecte des eaux de pluie sur ces surfaces permet de récupérer une quantité importante d'eau. Cette eau collectée peut être stockée dans des réservoirs et utilisée pour divers usages non potables, tels que l'arrosage des zones paysagères, le nettoyage des véhicules ou même pour le système de lutte contre l'incendie de l'aéroport [14].

➤ **Méthodes et Systèmes de Collecte des Eaux de Pluie**

A) Surfaces de Collecte :

- **Toits des terminaux** : Les toits des bâtiments de l'aéroport, comme les terminaux, les hangars, et les structures de maintenance, sont utilisés comme surfaces de collecte.
- **Pistes et Tarmacs** : Bien que principalement utilisés pour le drainage, certaines parties peuvent être adaptées pour la collecte des eaux de pluie.

B) Systèmes de Collecte :

- **Gouttières et Canalisations** : Installées sur les toits pour diriger l'eau de pluie vers des réservoirs de stockage.

- **Réservoirs de Stockage** : Grands réservoirs souterrains ou hors-sol où l'eau de pluie collectée est stockée. Ces réservoirs peuvent être équipés de systèmes de filtration pour enlever les débris et les contaminants.

C) Utilisations de l'Eau Collectée :

- **Arrosage des zones paysagères** : Utilisation de l'eau collectée pour irriguer les espaces verts et les jardins de l'aéroport.
- **Nettoyage des véhicules** : L'eau de pluie peut être utilisée pour laver les véhicules de service, les avions, et les équipements au sol.
- **Systèmes de lutte contre l'incendie** : Stocker l'eau de pluie pour l'utiliser dans les systèmes de sprinklers et autres dispositifs de lutte contre l'incendie.

➤ Avantages de la Collecte des Eaux de Pluie

✓ Économie d'eau potable :

- **Réduction de la consommation** : Utiliser l'eau de pluie pour des usages non potables permet de conserver l'eau potable pour des besoins essentiels.
- **Coût réduit** : Moins de dépenses pour l'achat et le traitement de l'eau potable.

✓ Gestion durable des ressources :

- **Réduction de l'empreinte hydrique** : En collectant et en utilisant l'eau de pluie, les aéroports peuvent réduire leur impact sur les ressources locales en eau.
- **Résilience climatique** : En période de sécheresse ou de restrictions d'eau, disposer d'un système de collecte des eaux de pluie peut assurer une source alternative d'eau.

✓ Réduction des risques d'inondation :

- **Gestion des eaux pluviales** : Collecter l'eau de pluie réduit le ruissellement et le risque d'inondation dans et autour de l'aéroport.

➤ Exemple Concret

Aéroport d'Heathrow (Londres) :

- **Système de Collecte** : Heathrow a mis en place un système de collecte des eaux de pluie sur les toits de ses terminaux et hangars.
- **Utilisations** : L'eau collectée est utilisée pour l'arrosage des espaces verts, le nettoyage des véhicules de service, et comme réserve pour les systèmes de lutte contre l'incendie.
- **Impact** : Ce système permet de réduire la consommation d'eau potable de plusieurs milliers de litres chaque année, tout en assurant une gestion efficace des ressources en eau.

- **Mise en Œuvre**

- ✓ **Évaluation et Planification** :

- **Analyse des surfaces** : Identifier les toits et surfaces appropriés pour la collecte des eaux de pluie.
 - **Conception du système** : Planifier l'installation des gouttières, des canalisations et des réservoirs de stockage en fonction des besoins en eau non potable.

- ✓ **Installation** :

- **Construction** : Installer les systèmes de collecte et les réservoirs de stockage selon le plan établi.
 - **Intégration** : Assurer que le système est intégré aux infrastructures existantes de l'aéroport, notamment les systèmes d'irrigation et de nettoyage.

- ✓ **Maintenance** :

- **Entretien régulier** : Nettoyer et entretenir les gouttières, les canalisations et les réservoirs pour éviter les obstructions et les contaminations.
 - **Suivi et optimisation** : Surveiller l'utilisation de l'eau collectée et ajuster le système pour maximiser l'efficacité et les économies.

III.1.1.2. Recyclage des eaux usées

Les eaux usées générées par les installations sanitaires de l'aéroport, telles que les toilettes, les lavabos et les douches, peuvent être traitées et recyclées. Des systèmes de traitement des eaux usées peuvent être installés pour purifier

ces eaux et les rendre sûres pour une réutilisation dans les toilettes, l'arrosage des plantes, le nettoyage des sols ou d'autres usages non potables. [15]

➤ **Méthodes et Systèmes de Recyclage des Eaux Usées**

1. **Sources des Eaux Usées :**

- **Installations sanitaires** : Toilettes, lavabos, douches, urinoirs.
- **Cuisines et zones de restauration** : Évier et autres équipements produisant des eaux grises.

2. **Systèmes de Traitement :**

- **Prétraitement** : Filtration initiale pour enlever les solides et les débris.
- **Traitement biologique** : Utilisation de micro-organismes pour décomposer les matières organiques.
- **Filtration avancée** : Techniques telles que la filtration membranaire ou l'ultrafiltration pour enlever les particules fines et les agents pathogènes.
- **Désinfection** : Utilisation de chlore, d'ozone ou de lumière ultraviolette pour éliminer les bactéries et les virus restants.
- **Stockage** : Réservoirs pour stocker l'eau traitée avant sa réutilisation.

3. **Utilisations de l'Eau Recyclée :**

- **Toilettes** : Réutilisation de l'eau traitée pour les chasses d'eau.
- **Arrosage des plantes** : Irrigation des espaces verts et des jardins de l'aéroport.
- **Nettoyage des sols** : Utilisation pour le lavage des sols dans les terminaux et autres bâtiments.
- **Systèmes de refroidissement** : Utilisation dans les tours de refroidissement et autres systèmes nécessitant de l'eau non potable.

➤ **Avantages du Recyclage des Eaux Usées**

○ **Économie d'eau potable :**

- **Réduction de la consommation** : Utiliser l'eau recyclée pour des usages non potables permet de conserver l'eau potable pour les besoins essentiels.

- **Coût réduit** : Moins de dépenses pour l'achat et le traitement de l'eau potable.
- **Gestion durable des ressources** :
 - **Réduction de l'empreinte hydrique** : En recyclant les eaux usées, les aéroports peuvent réduire leur impact sur les ressources locales en eau.
 - **Résilience climatique** : Assurer une source d'eau alternative pendant les périodes de pénurie d'eau potable.
- **Réduction des coûts de traitement des eaux usées** :
 - **Moins de rejets** : Réduire le volume d'eaux usées envoyé aux stations de traitement municipales.
 - **Efficacité accrue** : Diminution des coûts associés au traitement et à l'élimination des eaux usées.
- **Exemple Concret**

Aéroport de Changi (Singapour) :

- **Système de Recyclage** : Changi a installé un système de traitement des eaux usées qui collecte les eaux grises des lavabos, des douches, et des cuisines.
- **Utilisations** : L'eau recyclée est utilisée pour les chasses d'eau des toilettes, l'arrosage des jardins, et le nettoyage des sols.
- **Impact** : Ce système permet de réduire la consommation d'eau potable de manière significative et de promouvoir une gestion durable des ressources en eau.
 - **Mise en Œuvre**
- ✓ **Évaluation et Planification** :
 - **Analyse des sources** : Identifier les points de collecte des eaux usées et estimer les volumes à traiter.
 - **Conception du système** : Planifier les installations de traitement et de stockage en fonction des besoins en eau recyclée.

✓ **Installation :**

- **Construction :** Installer les équipements de traitement des eaux usées, y compris les systèmes de prétraitement, de filtration, de désinfection, et de stockage.
- **Intégration :** S'assurer que le système est intégré aux infrastructures existantes de l'aéroport, notamment les réseaux de plomberie et d'irrigation.

✓ **Maintenance :**

- **Entretien régulier :** Nettoyer et entretenir les systèmes de filtration, de traitement biologique, et de désinfection pour assurer une performance optimale.
- **Suivi et optimisation :** Surveiller la qualité de l'eau traitée et ajuster les processus pour maximiser l'efficacité et la sécurité.

III.1.1.3. Utilisation de toilettes à faible consommation d'eau

Les toilettes publiques de l'aéroport peuvent être équipées de toilettes à chasse d'eau à faible débit, ce qui permet de réduire significativement la consommation d'eau potable. Ces toilettes sont conçues pour utiliser moins d'eau à chaque chasse tout en maintenant des performances efficaces. [16]

➤ **Méthodes et Types de Toilettes à Faible Consommation d'Eau**

1. Toilettes à Double Chasse :

- **Fonctionnement :** Ces toilettes offrent deux options de chasse : une chasse à faible débit pour les liquides et une chasse à débit plus élevé pour les solides.
- **Avantage :** Permet aux utilisateurs de choisir la quantité d'eau nécessaire en fonction des besoins, réduisant ainsi la consommation globale d'eau.

2. Toilettes à Faible Débit :

- **Fonctionnement** : Utilisent une conception améliorée pour utiliser moins d'eau à chaque chasse, souvent entre 4,8 et 6 litres par chasse, par rapport aux anciens modèles qui peuvent utiliser jusqu'à 13 litres par chasse.
- **Avantage** : Réduisent la consommation d'eau sans compromettre les performances de chasse.

3. Urinoirs sans Eau :

- **Fonctionnement** : Utilisent une cartouche spéciale et un liquide de scellement pour empêcher les odeurs, éliminant ainsi le besoin d'eau pour le rinçage.
- **Avantage** : Éliminent complètement la consommation d'eau pour les urinoirs, ce qui peut représenter une économie substantielle dans les toilettes publiques très fréquentées.

➤ Avantages des Toilettes à Faible Consommation d'Eau

1. Réduction de la Consommation d'Eau :

- **Économie d'eau** : Une réduction significative de la quantité d'eau utilisée pour les chasses d'eau contribue à la conservation des ressources en eau potable.
- **Coût réduit** : Moins d'eau utilisée se traduit par une réduction des coûts liés à l'approvisionnement en eau et au traitement des eaux usées.

2. Durabilité Environnementale :

- **Réduction de l'empreinte hydrique** : Utiliser moins d'eau potable aide à diminuer l'impact environnemental des opérations de l'aéroport.
- **Promotion des pratiques durables** : Montre l'engagement de l'aéroport envers des pratiques durables et respectueuses de l'environnement.

3. Amélioration de l'Infrastructure :

- **Technologie moderne** : L'installation de toilettes à faible consommation d'eau permet de moderniser les installations sanitaires de l'aéroport, offrant une meilleure expérience aux utilisateurs.
- **Maintenance réduite** : Les systèmes modernes sont souvent plus fiables et nécessitent moins de maintenance que les anciens modèles.

➤ **Exemple Concret**

Aéroport de Schiphol (Amsterdam) :

- **Initiative** : Schiphol a installé des toilettes à faible consommation d'eau dans toutes ses toilettes publiques.
- **Résultats** : L'aéroport a réussi à réduire sa consommation d'eau de manière significative, économisant des millions de litres d'eau chaque année.
- **Impact** : Ces mesures ont contribué à l'objectif de durabilité de l'aéroport et ont aidé à réduire les coûts d'exploitation liés à l'eau.

- **Mise en Œuvre**

✓ **Évaluation et Planification :**

- **Audit des installations** : Réaliser un audit des toilettes existantes pour déterminer les besoins et les possibilités d'amélioration.
- **Sélection des équipements** : Choisir les types de toilettes à faible consommation d'eau les plus appropriés en fonction de l'utilisation et des conditions locales.

✓ **Installation :**

- **Modernisation** : Remplacer les toilettes existantes par des modèles à faible consommation d'eau, incluant l'installation de systèmes de double chasse et d'urinoirs sans eau.
- **Formation du personnel** : Former le personnel de maintenance sur l'utilisation et l'entretien des nouveaux équipements.

✓ **Maintenance et Suivi :**

- **Entretien régulier** : Effectuer des contrôles réguliers et des entretiens pour assurer le bon fonctionnement des toilettes.
- **Suivi de la consommation** : Mesurer régulièrement la consommation d'eau pour évaluer les économies réalisées et identifier d'autres opportunités d'amélioration.

III.1.1.4. Optimisation de l'irrigation

Les espaces verts autour des terminaux et des pistes d'un aéroport peuvent être vastes et nécessiter une irrigation régulière. En utilisant des systèmes d'irrigation modernes et efficaces, tels que des arroseurs à faible débit ou des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte, l'aéroport peut réduire la consommation d'eau tout en assurant une irrigation adéquate des plantes. [16]

➤ **Méthodes et Systèmes d'Irrigation Optimisés**

1. **Arroseurs à Faible Débit** :

- **Fonctionnement** : Ces arroseurs distribuent l'eau à un rythme plus lent et plus contrôlé, minimisant les pertes dues au ruissellement et à l'évaporation.
- **Avantage** : Utilisation plus efficace de l'eau, couvrant une zone plus large avec moins d'eau.

2. **Systèmes d'Irrigation Goutte-à-Goutte** :

- **Fonctionnement** : Fournissent de l'eau directement aux racines des plantes par des tuyaux percés de petits trous, permettant une absorption maximale.
- **Avantage** : Réduction significative de la consommation d'eau en ciblant directement la zone racinaire, limitant ainsi le gaspillage.

3. **Capteurs d'Humidité du Sol** :

- **Fonctionnement** : Mesurent le niveau d'humidité du sol en temps réel et ajustent l'irrigation en conséquence pour éviter le sur-arrosage ou le sous-arrosage.
- **Avantage** : Optimisation de l'arrosage basé sur les besoins réels des plantes, réduisant ainsi la consommation d'eau.

4. **Programmateurs Intelligents** :

- **Fonctionnement** : Utilisent des données météorologiques et des prévisions pour ajuster les horaires d'irrigation, arrosant plus efficacement en fonction des conditions climatiques.
- **Avantage** : Économie d'eau grâce à un arrosage programmé pour éviter les périodes de forte évaporation ou de pluie.

➤ **Avantages de l'Optimisation de l'Irrigation**

1. **Réduction de la Consommation d'Eau** :

- **Efficacité accrue** : Les systèmes modernes utilisent l'eau de manière plus efficace, réduisant ainsi la quantité d'eau nécessaire pour maintenir les espaces verts.
- **Économies financières** : Moins d'eau utilisée se traduit par une réduction des coûts liés à l'achat et au traitement de l'eau.

2. **Amélioration de la Santé des Plantes** :

- **Arrosage ciblé** : Les systèmes d'irrigation optimisés assurent que les plantes reçoivent la bonne quantité d'eau directement à leurs racines, favorisant une croissance saine.
- **Prévention des maladies** : Une irrigation appropriée réduit le risque de maladies des plantes causées par un arrosage excessif ou insuffisant.

3. **Durabilité Environnementale** :

- **Conservation des ressources** : Utilisation responsable de l'eau contribue à la durabilité environnementale et à la protection des ressources hydriques locales.
- **Réduction de l'empreinte hydrique** : Aide l'aéroport à minimiser son impact sur l'environnement en réduisant sa consommation totale d'eau.

➤ **Exemple Concret**

Aéroport International de Dallas/Fort Worth (DFW) :

- **Initiative** : DFW a mis en place un système d'irrigation avancé comprenant des arroseurs à faible débit, des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte, et des capteurs d'humidité du sol.
- **Résultats** : L'aéroport a réussi à réduire sa consommation d'eau pour l'irrigation de 50%, tout en maintenant des espaces verts luxuriants et sains.
- **Impact** : Les mesures ont permis des économies substantielles en coûts d'eau et ont renforcé l'engagement de l'aéroport envers la durabilité environnementale.

- **Mise en Œuvre**

✓ **Évaluation et Planification :**

- **Audit des espaces verts** : Analyser les zones nécessitant une irrigation et déterminer les besoins spécifiques en eau.
- **Sélection des technologies** : Choisir les systèmes d'irrigation les plus adaptés (goutte-à-goutte, arroseurs à faible débit, capteurs d'humidité) en fonction des types de plantes et des conditions climatiques locales.

✓ **Installation :**

- **Mise en place des systèmes** : Installer les équipements d'irrigation modernes et les intégrer aux infrastructures existantes de l'aéroport.
- **Formation du personnel** : Former le personnel d'entretien sur l'utilisation et la maintenance des nouveaux systèmes d'irrigation.

✓ **Maintenance et Suivi :**

- **Entretien régulier :** Assurer un entretien régulier des systèmes pour prévenir les fuites et les dysfonctionnements.
- **Suivi des performances :** Utiliser des données de capteurs et des rapports de consommation d'eau pour surveiller l'efficacité des systèmes et ajuster les paramètres si nécessaire.

III.1.2. L'énergie

III.1.2.1. Énergie solaire

Les aéroports disposent généralement de vastes étendues de toits plats sur les bâtiments des terminaux, des hangars et des installations. Ces surfaces offrent un excellent potentiel pour l'installation de panneaux solaires photovoltaïques. Les panneaux solaires captent l'énergie du soleil et la convertissent en électricité, fournissant ainsi une source d'énergie propre et renouvelable pour alimenter une partie des besoins énergétiques de l'aéroport. Les systèmes solaires peuvent être dimensionnés en fonction de la demande énergétique de l'aéroport et peuvent être intégrés dans le réseau électrique de manière à fournir de l'électricité même en cas de faible ensoleillement ou pendant la nuit. [17]

➤ **Avantages de l'Énergie Solaire**

1. Réduction des Émissions de CO2 :

- **Énergie Propre :** L'énergie solaire ne produit pas de gaz à effet de serre lors de sa production, contribuant ainsi à la réduction de l'empreinte carbone de l'aéroport.
- **Soutien à la Durabilité :** L'adoption de l'énergie solaire renforce l'engagement de l'aéroport envers la durabilité environnementale.

2. Économies sur les Coûts Énergétiques :

- **Réduction des Factures d'Électricité :** L'utilisation de l'énergie solaire peut réduire considérablement les coûts d'électricité en produisant une partie de l'énergie nécessaire sur place.

- **Retour sur Investissement** : Bien que l'installation initiale puisse être coûteuse, les économies réalisées sur le long terme peuvent compenser cet investissement.

3. Indépendance Énergétique :

- **Autonomie** : En produisant leur propre électricité, les aéroports peuvent réduire leur dépendance aux fournisseurs d'énergie traditionnels.
- **Sécurité Énergétique** : Les systèmes solaires peuvent être intégrés au réseau de manière à fournir de l'électricité même en cas de faible ensoleillement ou pendant la nuit grâce à des systèmes de stockage.

➤ Exemple Concret

Aéroport International de Denver (DEN) :

- **Initiative** : Denver International Airport a installé l'une des plus grandes fermes solaires du monde sur ses terrains, générant plus de 20 millions de kilowattheures d'électricité chaque année.
- **Résultats** : Cette installation solaire fournit une part significative des besoins énergétiques de l'aéroport, réduisant ainsi les émissions de CO₂ et les coûts énergétiques.
- **Impact** : L'aéroport de Denver démontre un engagement fort envers la durabilité et sert de modèle pour d'autres aéroports dans le monde.

- **Mise en Œuvre**

✓ **Planification et Autorisations :**

- **Consultation avec les Parties Prenantes** : Collaborer avec les autorités locales, les fournisseurs d'énergie et les experts en énergie solaire pour planifier le projet.
- **Obtention des Permis** : Acquérir les autorisations nécessaires pour l'installation des panneaux solaires.

✓ **Déploiement des Panneaux :**

- **Phase de Construction** : Mise en place des infrastructures nécessaires et installation des panneaux solaires sur les toits des bâtiments de l'aéroport.
- **Tests et Ajustements** : Réalisation de tests pour s'assurer que les panneaux fonctionnent correctement et ajustement du système si nécessaire.
- ✓ **Maintenance et Suivi** :
 - **Entretien Régulier** : Inspection et maintenance régulières des panneaux solaires pour assurer leur efficacité à long terme.
 - **Suivi de la Production** : Utilisation de logiciels de surveillance pour suivre la production d'électricité et identifier les opportunités d'amélioration.

III.1.2.2. Systèmes de chauffage, ventilation et climatisation (CVC) efficaces

Les systèmes de CVC sont essentiels pour maintenir des conditions de confort à l'intérieur des bâtiments de l'aéroport. Cependant, ces systèmes peuvent également représenter une part importante de la consommation d'énergie. En optimisant la conception et le fonctionnement des systèmes de CVC, l'aéroport peut réduire sa consommation d'énergie tout en assurant un confort optimal pour les passagers et le personnel. Cela peut inclure l'utilisation de technologies de pointe telles que la récupération de chaleur, la ventilation à débit variable et les systèmes de contrôle automatique basés sur les conditions météorologiques et la demande de chaleur ou de froid. [18]

➤ **Avantage des Systèmes de CVC Efficaces**

1. Réduction de la Consommation d'Énergie :

- **Utilisation Plus Efficace** : Les technologies avancées permettent une utilisation plus efficace de l'énergie, réduisant ainsi la consommation globale.

- **Optimisation des Performances** : Les systèmes de CVC efficaces sont conçus pour fonctionner de manière optimale, minimisant ainsi les pertes d'énergie.

2. Confort Amélioré :

- **Température et Qualité de l'Air** : Les passagers et le personnel bénéficient d'un environnement intérieur confortable avec des températures et une qualité de l'air maintenues à des niveaux appropriés.
- **Réduction des Inconforts** : Élimination des problèmes liés à une température excessive, à des courants d'air indésirables ou à une mauvaise qualité de l'air.

3. Durabilité Environnementale :

- **Réduction des Émissions** : Moins d'énergie consommée signifie moins d'émissions de gaz à effet de serre et une empreinte carbone réduite.
- **Contribution à la Durabilité** : L'aéroport renforce son engagement envers la durabilité environnementale en adoptant des pratiques de gestion énergétique efficaces.

➤ Technologies et Stratégies Avancées

1. Récupération de Chaleur :

- **Utilisation des Déperditions** : Captage de la chaleur produite par les systèmes de ventilation pour préchauffer l'air entrant, réduisant ainsi la charge de chauffage.

2. Ventilation à Débit Variable (VAV) :

- **Adaptation aux Besoins** : Les systèmes de VAV ajustent automatiquement le débit d'air en fonction de la demande réelle, évitant ainsi les gaspillages d'énergie.

3. Contrôle Automatique Basé sur les Conditions Météorologiques :

- **Optimisation en Temps Réel** : Les systèmes de contrôle automatique ajustent les paramètres de CVC en fonction des conditions météorologiques actuelles, optimisant ainsi l'efficacité énergétique.

➤ **Implémentation des Technologies de CVC Efficaces**

1. **Évaluation des Besoins** :

- **Analyse des Conditions Intérieures** : Évaluation des besoins de chauffage, de ventilation et de climatisation pour chaque zone de l'aéroport.
- **Identification des Possibilités d'Optimisation** : Repérage des zones où des améliorations peuvent être apportées pour réduire la consommation d'énergie.

2. **Conception et Installation** :

- **Sélection des Équipements** : Choix de systèmes de CVC efficaces et adaptés aux besoins spécifiques de l'aéroport.
- **Installation Professionnelle** : Installation correcte des équipements pour assurer leur bon fonctionnement et leur efficacité.

3. **Surveillance et Maintenance** :

- **Suivi des Performances** : Surveillance continue des systèmes de CVC pour détecter les problèmes de performance ou les inefficacités.
- **Entretien Régulier** : Maintenance préventive régulière pour garantir le bon fonctionnement des équipements et maximiser leur durée de vie.

➤ **Exemple Concret**

Aéroport de Changi, Singapour :

- **Initiative** : L'aéroport de Changi a mis en place des systèmes de CVC avancés, y compris la ventilation à débit variable et le contrôle automatique basé sur les conditions météorologiques.

- **Résultats** : Ces technologies ont permis à l'aéroport de réduire sa consommation d'énergie tout en maintenant des niveaux de confort élevés pour les passagers et le personnel.
- **Impact** : Changi Airport est reconnu comme l'un des aéroports les plus durables au monde, avec des pratiques exemplaires en matière de gestion énergétique.

III.1.2.3. Cogénération

Les systèmes de cogénération produisent simultanément de l'électricité et de la chaleur à partir d'une source d'énergie primaire, telle que le gaz naturel. La chaleur résiduelle produite peut être utilisée pour le chauffage des bâtiments, l'eau chaude sanitaire ou d'autres processus industriels, ce qui augmente l'efficacité énergétique globale du système. Les systèmes de cogénération peuvent être dimensionnés en fonction des besoins énergétiques de l'aéroport et peuvent contribuer à réduire les coûts d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. [18]

➤ Avantages de la Cogénération

1. Efficacité Énergétique Améliorée :

- **Utilisation Optimal de l'Énergie** : La cogénération exploite la chaleur résiduelle pour éviter les pertes énergétiques, augmentant ainsi l'efficacité globale du système.
- **Production Simultanée d'Électricité et de Chaleur** : La production combinée d'électricité et de chaleur répond à divers besoins énergétiques de l'aéroport.

2. Réduction des Coûts d'Énergie :

- **Utilisation de Ressources Locales** : L'utilisation de gaz naturel ou d'autres sources locales réduit les coûts associés au transport et à l'achat d'énergie.

- **Optimisation des Opérations** : La cogénération permet de couvrir une partie importante des besoins énergétiques de l'aéroport, réduisant ainsi les coûts opérationnels à long terme.

3. Réduction des Émissions de Gaz à Effet de Serre :

- **Moins de Dépendance aux Sources Fossiles** : En utilisant plus efficacement les combustibles fossiles, la cogénération contribue à réduire les émissions de CO2 et autres polluants atmosphériques.
- **Engagement envers la Durabilité** : En réduisant son empreinte carbone, l'aéroport renforce son engagement envers la durabilité environnementale.

➤ Implémentation de la Cogénération

1. Évaluation des Besoins Énergétiques :

- **Analyse des Consommations** : Étude des besoins en électricité et en chaleur de l'aéroport pour déterminer la faisabilité de la cogénération.
- **Identification des Applications** : Repérage des applications où la chaleur résiduelle peut être utilisée de manière efficace.

2. Conception et Installation des Systèmes :

- **Choix des Équipements** : Sélection des équipements de cogénération adaptés aux besoins spécifiques de l'aéroport.
- **Installation Professionnelle** : Mise en place des systèmes de cogénération par des professionnels qualifiés pour garantir leur bon fonctionnement.

3. Intégration au Réseau Électrique :

- **Connexion au Réseau** : Intégration des systèmes de cogénération au réseau électrique de l'aéroport pour fournir de l'électricité en continu.
- **Systèmes de Secours** : Planification de systèmes de secours pour assurer une alimentation continue en cas de panne.

➤ Exemple Concret

Aéroport de Schiphol, Amsterdam :

- **Initiative** : Schiphol Airport a mis en place un système de cogénération pour répondre à une partie de ses besoins énergétiques.
- **Résultats** : Cette installation a permis à l'aéroport de réduire sa consommation d'énergie et ses émissions de CO₂, tout en assurant un approvisionnement fiable en électricité et en chaleur.
- **Impact** : Schiphol est reconnu comme l'un des aéroports les plus durables au monde, grâce à des initiatives telles que la cogénération.

III.1.2.4. Un système de gestion centralisé

C'est un système qui contrôle les équipements électriques pour que l'intensité de la lumière diffusée par les luminaires soit ainsi décidée selon une programmation horaire et évolue en fonction de la luminosité extérieure. [18]

➤ Avantages du Système de Gestion Centralisée

1. Économies d'Énergie :

- **Optimisation de l'Utilisation de la Lumière** : Réglage précis de l'intensité lumineuse en fonction des besoins réels, réduisant ainsi la surconsommation d'énergie.
- **Réduction des Coûts d'Électricité** : Diminution de la consommation électrique grâce à une gestion efficace de l'éclairage.

2. Confort et Bien-Être :

- **Luminosité Adaptée** : Maintien de niveaux de luminosité appropriés pour assurer le confort visuel des passagers et du personnel.
- **Ambiance Agréable** : Création d'une ambiance confortable et accueillante dans les espaces intérieurs de l'aéroport.

3. Durabilité Environnementale :

- **Réduction de l'Empreinte Carbone** : Moins d'énergie consommée signifie moins d'émissions de gaz à effet de serre, contribuant ainsi à la protection de l'environnement.
- **Engagement envers la Durabilité** : L'aéroport renforce son engagement envers la durabilité environnementale en adoptant des pratiques d'éclairage éco énergétiques.

➤ **Fonctionnement du Système de Gestion Centralisée**

1. **Programmation Horaire** :

- **Planification Précise** : Définition d'une programmation horaire pour réguler l'intensité lumineuse en fonction des heures de la journée et des besoins d'éclairage.

2. **Capteurs de Luminosité Extérieure** :

- **Réponse Dynamique** : Utilisation de capteurs pour détecter la luminosité extérieure et ajuster automatiquement l'éclairage intérieur en conséquence.
- **Optimisation en Temps Réel** : Réglage en temps réel de l'intensité lumineuse pour maximiser l'utilisation de la lumière naturelle.

3. **Contrôle Centralisé** :

- **Interface Intuitive** : Utilisation d'une interface centralisée conviviale pour surveiller et contrôler tous les luminaires depuis un emplacement central.
- **Gestion à Distance** : Possibilité de surveiller et de modifier les paramètres d'éclairage à distance, offrant ainsi une flexibilité opérationnelle.

➤ **Exemple Concret**

Aéroport de Zurich, Suisse :

- **Initiative** : L'aéroport de Zurich a mis en place un système de gestion centralisée pour l'éclairage de ses terminaux et de ses zones publiques.
- **Résultats** : Cette installation a permis à l'aéroport de réaliser des économies d'énergie significatives tout en maintenant un environnement lumineux confortable pour les passagers et le personnel.
- **Impact** : Zurich Aéroport est reconnu comme l'un des aéroports les plus durables en Europe, grâce à ses efforts pour adopter des technologies d'éclairage éco énergétiques.

En intégrant ces différentes stratégies, un aéroport peut réduire sa consommation d'énergie, améliorer son efficacité opérationnelle et réduire son impact environnemental. Ces initiatives contribuent non seulement à réduire les coûts d'exploitation de l'aéroport, mais également à renforcer sa durabilité à long terme et à répondre aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de lutte contre le changement climatique.

III.1.3. Bruit

La réduction du bruit des avions est cruciale étant donné son impact significatif sur les populations environnantes. Voici une analyse plus détaillée des techniques explorées pour atténuer ce bruit :

III.1.3.1. Matériaux d'insonorisation avancés

Des matériaux innovants sont développés pour réduire la transmission du bruit à la fois à l'intérieur et à l'extérieur des avions. Ces matériaux, tels que les composites spéciaux et les panneaux absorbants, sont utilisés pour atténuer le bruit perçu à l'intérieur de la cabine tout en minimisant la propagation du bruit vers l'extérieur [19].

➤ **Avantages des Matériaux d'Insonorisation Avancés**

1. **Réduction du Bruit Intérieur :**

Amélioration du Confort des Passagers : En atténuant le bruit à l'intérieur de la cabine, ces matériaux créent un environnement plus silencieux et plus confortable pour les passagers.

Diminution du Stress et de la Fatigue : Moins de bruit à l'intérieur de la cabine contribue à réduire le stress et la fatigue des passagers, rendant les vols longs plus agréables.

2. **Réduction du Bruit Extérieur :**

Minimisation de la Pollution Sonore : En limitant la propagation du bruit vers l'extérieur, ces matériaux aident à réduire la pollution sonore autour des aéroports et des zones résidentielles proches.

Respect des Réglementations : Les compagnies aériennes peuvent se conformer plus facilement aux réglementations strictes en matière de bruit, ce qui peut réduire les amendes et améliorer les relations avec les communautés locales.

➤ **Types de Matériaux d'Insonorisation Avancés**

1. **Composites Spéciaux :**

Structures Multicouches : Utilisation de matériaux composites multicouches qui combinent légèreté et efficacité acoustique pour absorber et atténuer le bruit.

Matériaux à Base de Polymères : Incorporation de polymères spéciaux qui possèdent des propriétés d'absorption acoustique exceptionnelles.

2. **Panneaux Absorbants :**

Panneaux en Fibre de Verre : Utilisation de panneaux en fibre de verre et autres matériaux fibreux pour absorber les ondes sonores à l'intérieur de la cabine.

Panneaux Sandwich : Panneaux composés de plusieurs couches de matériaux différents, chacun contribuant à l'absorption et à la dissipation du son.

3. Traitements de Surface Acoustiques :

Revêtements Anti-Résonance : Application de revêtements spéciaux sur les surfaces intérieures de la cabine pour réduire les vibrations et les résonances sonores.

Mousses Acoustiques : Utilisation de mousses acoustiques à haute performance pour isoler les sources de bruit et limiter leur propagation.

➤ Exemple Concret

Airbus A350 :

- **Initiative** : L'Airbus A350 utilise des matériaux d'insonorisation avancés pour réduire le bruit intérieur et extérieur.
- **Résultats** : Ces matériaux ont permis d'obtenir une cabine plus silencieuse, offrant un confort accru aux passagers tout en respectant les normes de bruit les plus strictes.
- **Impact** : L'A350 est reconnu pour son faible niveau sonore, ce qui en fait un choix privilégié pour les compagnies aériennes soucieuses du confort des passagers et de l'impact environnemental.

III.1.3.2. Technologie de moteur plus silencieuse

Les fabricants de moteurs d'avion s'efforcent de concevoir des moteurs plus silencieux en améliorant la conception des turbines, en réduisant les vitesses de rotation et en utilisant des matériaux plus légers et plus résistants. Ces avancées visent à réduire le bruit émis par les moteurs, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'aéronef [19].

➤ **Avantages des Technologies de Moteur Plus Silencieuse**

1. **Réduction du Bruit Extérieur :**

Moins de Pollution Sonore : La réduction du bruit des moteurs diminue la pollution sonore dans les zones résidentielles proches des aéroports.

Respect des Réglementations : Les moteurs plus silencieux aident les compagnies aériennes à se conformer aux réglementations internationales strictes sur le bruit.

2. **Réduction du Bruit Intérieur :**

Amélioration du Confort des Passagers : Moins de bruit à l'intérieur de la cabine crée une expérience de vol plus agréable et moins stressante pour les passagers.

Innovations dans les Moteurs Plus Silencieux

1. **Amélioration de la Conception des Turbines :**

Profil des Aubes : Les nouvelles conceptions de profil des aubes de turbine réduisent la turbulence et le bruit.

Technologie des Fan Blades : Utilisation de ventilateurs à grande envergure et à faible pression pour diminuer le bruit de souffle.

2. **Réduction des Vitesses de Rotation :**

Basse Vitesse des Fans : Réduire la vitesse de rotation des fans avant permet de minimiser le bruit aérodynamique.

Gestion des Flux d'Air : Optimisation des flux d'air à travers les moteurs pour réduire les sources de bruit.

3. **Utilisation de Matériaux Innovants :**

Matériaux Composites : Les matériaux composites avancés sont plus légers et absorbent mieux les vibrations, réduisant ainsi le bruit.

Alliages Métalliques Spéciaux : Utilisation d'alliages métalliques qui résistent mieux aux contraintes et diminuent le bruit mécanique.

➤ **Exemple Concret**

Moteur Pratt & Whitney GTF :

- **Initiative** : Le moteur à engrenages turbofan (GTF) de Pratt & Whitney utilise des avancées technologiques pour être plus silencieux.
- **Résultats** : Les GTF réduisent le bruit de 75% par rapport aux moteurs traditionnels, offrant ainsi une expérience de vol plus silencieuse et un impact sonore réduit autour des aéroports.
- **Impact** : Le moteur GTF est largement adopté par les compagnies aériennes en raison de ses avantages en matière de bruit et d'efficacité énergétique.

III.1.3.3. Procédures de vol optimisées

Les compagnies aériennes et les autorités de régulation explorent des itinéraires de vol et des altitudes qui minimisent l'impact sonore sur les zones habitées. Cela peut inclure l'utilisation de trajectoires de descente continues pour réduire le bruit des avions pendant l'approche et l'atterrissage. [19]

➤ **Avantages des Procédures de Vol Optimisées**

1. Réduction de la Pollution Sonore :

Impact Réduit sur les Zones Résidentielles : En optimisant les itinéraires de vol, le bruit des avions peut être minimisé dans les zones densément peuplées.

Respect des Réglementations : Les compagnies aériennes peuvent mieux respecter les réglementations locales et internationales concernant la pollution sonore.

2. Amélioration de l'Expérience des Passagers :

Vols Plus Silencieux : Moins de bruit pendant les phases de montée et de descente contribue à une expérience de vol plus agréable.

Réduction du Stress des Passagers : Une réduction du bruit peut diminuer le stress et l'inconfort des passagers.

➤ **Stratégies de Procédures de Vol Optimisées**

1. **Trajectoires de Descente Continues (CDA) :**

Réduction du Bruit en Descente : La technique de descente continue permet aux avions de descendre en utilisant une trajectoire plus douce et constante, réduisant ainsi les niveaux de bruit par rapport aux descentes par paliers.

Économie de Carburant : En plus de réduire le bruit, les CDA permettent également de diminuer la consommation de carburant en maintenant une vitesse plus constante.

2. **Optimisation des Itinéraires de Vol :**

Évitement des Zones Sensibles : Les itinéraires de vol peuvent être planifiés pour éviter le survol des zones sensibles au bruit, telles que les écoles, les hôpitaux et les zones résidentielles densément peuplées.

Utilisation de Couloirs Aériens Dédiés : Créer des couloirs aériens dédiés où le bruit est moins problématique pour les communautés locales.

3. **Gestion des Altitudes de Vol :**

Altitude Maximale Pendant les Phases Critiques : Maintenir une altitude plus élevée pendant les phases de montée et de descente pour minimiser l'impact sonore au sol.

Approches Optimisées : Utilisation d'approches optimisées pour que les avions restent à des altitudes plus élevées plus longtemps avant la descente finale.

➤ Exemple Concret

Programme NextGen de la FAA (Federal Aviation Administration) :

- **Initiative** : Le programme NextGen de la FAA vise à moderniser le système de gestion du trafic aérien aux États-Unis, incluant des stratégies pour réduire le bruit.
- **Résultats** : En mettant en œuvre des trajectoires de descente continues et en optimisant les itinéraires de vol, NextGen a réussi à réduire significativement le bruit dans les zones résidentielles proches des aéroports.
- **Impact** : Ce programme a permis de réduire la pollution sonore tout en améliorant l'efficacité des vols et en économisant du carburant.

III.1.3.4. Technologie de l'isolation phonique des habitations

En plus des mesures directes sur les avions, des recherches sont menées sur l'isolation phonique des bâtiments situés près des aéroports. Cela vise à réduire l'exposition au bruit des avions pour les résidents, en utilisant des techniques telles que l'installation de fenêtres insonorisées et de matériaux d'isolation acoustique dans les habitations. [19]

➤ Avantages de l'Isolation Phonique des Habitations

1. Réduction du Bruit Intérieur

Confort Accru : Réduction du niveau sonore à l'intérieur des habitations, offrant un environnement de vie plus paisible et confortable.

Amélioration de la Qualité de Vie : Les résidents souffrent moins de perturbations causées par le bruit des avions, ce qui peut améliorer le sommeil et réduire le stress.

2. Protection de la Santé :

Réduction des Risques de Santé : Moins d'exposition au bruit peut diminuer les risques de troubles de sommeil, de stress, et de maladies cardiovasculaires.

➤ **Techniques d'Isolation Phonique**

1. **Fenêtres Insonorisées :**

Double ou Triple Vitrage : Utilisation de fenêtres à double ou triple vitrage pour créer une barrière efficace contre le bruit.

Cadres Étanches : Installation de cadres de fenêtres étanches pour empêcher le passage des ondes sonores.

2. **Matériaux d'Isolation Acoustique :**

Panneaux Acoustiques : Installation de panneaux acoustiques dans les murs et les plafonds pour absorber et atténuer les bruits extérieurs.

Matériaux Isolants : Utilisation de matériaux isolants dans les murs et les toits pour réduire la transmission du bruit.

3. **Portes Insonorisées :**

Portes Solides : Installation de portes solides et épaisses qui offrent une meilleure isolation acoustique.

Joint d'Étanchéité : Utilisation de joints d'étanchéité pour bloquer les espaces autour des portes et empêcher le passage du bruit.

4. **Technologies de Construction Avancées :**

Murs Épais : Construction de murs plus épais avec des couches de matériaux isolants pour améliorer l'isolation acoustique.

Plafonds Suspendus : Utilisation de plafonds suspendus avec des panneaux acoustiques pour réduire le bruit.

➤ **Exemple Concret**

Programme de Réduction du Bruit de l'Aéroport de San Francisco (SFO)

- **Initiative** : Le programme de réduction du bruit de SFO offre des subventions pour l'installation de fenêtres insonorisées et d'autres améliorations acoustiques dans les habitations situées à proximité de l'aéroport.
- **Résultats** : De nombreuses maisons ont été équipées de fenêtres insonorisées, de portes et de matériaux isolants, ce qui a considérablement réduit le niveau sonore à l'intérieur des habitations.
- **Impact** : Les résidents des zones concernées bénéficient d'une meilleure qualité de vie et d'une réduction des perturbations liées au bruit des avions.

Ces efforts combinés contribuent à réduire l'impact sonore des opérations aériennes sur les populations environnantes, tout en améliorant le confort des passagers et des résidents.

III.1.5. Pollution d'air

III.1.5.1. Infrastructures pour biocarburants et carburants alternatifs

Les biocarburants et les carburants alternatifs, comme le carburant d'aviation durable (SAF), émettent moins de GES comparés aux carburants fossiles traditionnels. Ils sont produits à partir de sources renouvelables comme les déchets agricoles, les huiles usagées, et les algues. [20]

➤ Exemple Concret

L'aéroport d'Oslo (Gardermoen) en Norvège a été le premier à offrir du biocarburant d'aviation via ses infrastructures de distribution. Depuis 2016, il permet aux avions de ravitailler avec des biocarburants mélangés au carburant conventionnel, réduisant ainsi les émissions de CO₂.

III.1.5.2. Surveillance de la qualité de l'air

Installer des capteurs de qualité de l'air pour surveiller en temps réel les niveaux de pollution. Ces données permettent de repérer les sources de pollution et d'ajuster les mesures en conséquence. [21]

➤ Exemple concret

L'aéroport de Londres Heathrow a mis en place un réseau de surveillance de la qualité de l'air autour de l'aéroport. Ces capteurs mesurent des polluants tels que les NOx et les particules fines, permettant à l'aéroport de prendre des mesures ciblées pour améliorer la qualité de l'air.

III.1.5.3. Sensibilisation et formation

Former le personnel et les compagnies aériennes sur les pratiques écologiques peut réduire la pollution. Cela inclut des formations sur l'efficacité énergétique, la gestion des déchets, et l'utilisation de technologies moins polluantes.

➤ Exemple concret

L'aéroport de Zurich en Suisse propose régulièrement des programmes de formation pour son personnel et ses partenaires commerciaux sur les pratiques durables et les techniques de réduction des émissions. Ces programmes ont aidé à réduire la consommation énergétique et les émissions de CO2.

III.1.5.4. Flotte de véhicules électriques

Remplacer les véhicules de service fonctionnant aux combustibles fossiles par des véhicules électriques réduit les émissions de polluants et de GES. Cela inclut les navettes pour passagers, les véhicules de maintenance et les équipements de piste [22].

➤ **Exemple concret**

L'aéroport international de Los Angeles (LAX) a converti une grande partie de sa flotte de véhicules de service en véhicules électriques. En 2021, ils ont introduit des navettes électriques pour transporter les passagers entre les terminaux et les parkings, réduisant ainsi considérablement les émissions de polluants atmosphériques.

III.1.5. Déchets

III.1.5.1. Réduction à la source

Les aéroports encouragent souvent les fournisseurs et les boutiques présentes sur leurs sites à réduire la quantité de déchets générés. Cela peut se faire par le biais de l'utilisation de matériaux d'emballage durables, de la vente en vrac plutôt que de produits individuellement emballés, et d'autres pratiques visant à minimiser les déchets à la source. [23]

Voici une explication détaillée de cette stratégie :

➤ **Objectifs de la réduction à la source**

1. **Diminuer la quantité totale de déchets générés** : En réduisant les déchets à la source, les aéroports peuvent diminuer la quantité de déchets qui doivent être collectés, traités et éliminés.
2. **Promouvoir des pratiques durables** : Encourager les entreprises à adopter des pratiques plus respectueuses de l'environnement.
3. **Réduire les coûts de gestion des déchets** : Moins de déchets signifient moins de dépenses pour la collecte, le transport et le traitement des déchets.

➤ **Méthodes de réduction à la source**

1. **Utilisation de matériaux d'emballage durables** :

Exemple : Substituer les plastiques à usage unique par des matériaux biodégradables ou recyclables pour les emballages.

Avantages : Réduit la quantité de déchets non dégradables et facilite le recyclage.

2. **Ventes-en vrac** :

Exemple : Les boutiques et les restaurants dans les aéroports peuvent vendre des produits en vrac plutôt que dans des emballages individuels, comme des collations, des bonbons, ou des produits d'hygiène.

Avantages : Moins d'emballages individuels signifient moins de déchets générés.

3. **Promotion de produits réutilisables** :

Exemple : Encourager l'utilisation de sacs réutilisables, de bouteilles d'eau réutilisables et de contenants réutilisables pour les aliments.

Avantages : Diminue la dépendance aux produits à usage unique.

4. **Réduction des matériaux promotionnels jetables** :

Exemple : Réduire la distribution de dépliants, brochures et autres documents imprimés en favorisant les options numériques.

Avantages : Moins de papier gaspillé et de déchets de papier.

5. **Optimisation des processus d'approvisionnement** :

Exemple : Travailler avec les fournisseurs pour réduire les emballages des produits livrés aux aéroports, ou pour utiliser des emballages retournables.

Avantages : Réduit les déchets avant même que les produits n'atteignent les boutiques ou les installations de l'aéroport.

➤ **Avantages pour les aéroports**

1. **Environnement** :

Réduction des impacts environnementaux liés à la production et à l'élimination des déchets.

Amélioration de la qualité de l'air et de l'eau locales en réduisant la pollution associée aux déchets.

2. Économies :

Réduction des coûts associés à la gestion des déchets (collecte, transport, traitement).

Potentiel d'économies supplémentaires grâce à des pratiques plus efficaces et des matériaux moins coûteux à long terme.

3. Image et responsabilité sociale :

Amélioration de l'image de l'aéroport comme un acteur responsable et durable.

Renforcement des relations avec les passagers, les entreprises partenaires et les communautés locales.

III.1.5.2. Education et sensibilisation

Les aéroports mènent des campagnes d'éducation et de sensibilisation pour informer les passagers, le personnel et les fournisseurs sur l'importance de la gestion des déchets et des pratiques de tri appropriées. Cela peut inclure des panneaux d'affichage, des annonces audios, des brochures et des initiatives de sensibilisation en ligne. [24]

➤ Méthodes de Sensibilisation et Éducation

1. Panneaux d'affichage :

Localisation : Installés dans les terminaux, les zones de restauration, les salles d'attente, et les toilettes.

Contenu : Informations sur les points de tri, les types de déchets (recyclables, organiques, non recyclables), et les bénéfices environnementaux du tri des déchets.

Exemple : Des infographies colorées et faciles à comprendre montrant ce qui peut être recyclé et où déposer les déchets spécifiques.

2. **Annonces audios** :

Fréquence : Diffusées régulièrement dans tout l'aéroport.

Contenu : Messages rappelant aux passagers et au personnel de trier leurs déchets et de les déposer dans les bacs appropriés.

Exemple : "Veuillez utiliser les bacs de recyclage pour vos bouteilles en plastique et canettes. Ensemble, nous pouvons réduire notre empreinte carbone."

3. **Brochures et dépliants** :

Distribution : Disponibles aux points d'information, aux comptoirs d'enregistrement, et dans les zones d'attente.

Contenu : Détails sur les programmes de gestion des déchets de l'aéroport, conseils pour réduire les déchets, et informations sur les initiatives de durabilité.

Exemple : Un dépliant intitulé "Votre guide pour un voyage écoresponsable" incluant des conseils sur la réduction des déchets et des informations sur les efforts de l'aéroport pour la durabilité.

4. **Initiatives de sensibilisation en ligne** :

Canaux : Sites web de l'aéroport, médias sociaux, applications mobiles.

Contenu : Vidéos éducatives, articles de blog, et publications sur les réseaux sociaux expliquant les pratiques de gestion des déchets et encourageant une participation active.

Exemple : Une série de vidéos sur YouTube montrant le processus de recyclage à l'aéroport et les impacts positifs des efforts de tri des passagers.

➤ **Avantages de ces Campagnes**

1. Engagement accru :

Une meilleure compréhension et une prise de conscience accrue parmi les passagers, le personnel, et les fournisseurs sur l'importance de la gestion des déchets.

Des comportements plus responsables et un tri des déchets plus efficace.

2. Réduction des déchets :

Une diminution de la quantité de déchets non triés et une augmentation des matériaux recyclés.

Réduction des coûts associés à la gestion des déchets grâce à un tri plus efficace.

3. Image positive :

Une réputation améliorée pour l'aéroport en tant qu'entité responsable et engagée dans la durabilité.

Renforcement des relations avec les parties prenantes, y compris les passagers et la communauté locale.

➤ **Exemple Concret**

Aéroport de San Francisco (SFO) :

SFO a mis en place une vaste campagne de sensibilisation sur la gestion des déchets, incluant des panneaux informatifs multilingues, des annonces régulières, et des points de recyclage clairement marqués.

Ils ont également développé une application mobile fournissant des informations en temps réel sur les emplacements des bacs de recyclage et les types de déchets acceptés.

Leur site web propose des ressources éducatives et des mises à jour régulières sur leurs initiatives de durabilité.

III.1.5.3. Technologies de gestion des déchets

Certains aéroports utilisent des technologies innovantes telles que les compacteurs de déchets intelligents, les systèmes de gestion des déchets basés sur l'IoT (Internet des objets) pour surveiller et optimiser la collecte des déchets, et les solutions de traçabilité des déchets pour suivre le flux des déchets à travers l'aéroport [25].

Voici une description de ces technologies :

➤ **Compacteurs de déchets intelligents :**

Fonction : Ces dispositifs compactent les déchets pour réduire leur volume.

Avantages : En compactant les déchets, ils diminuent le nombre de ramassages nécessaires, réduisant ainsi les coûts et les émissions de carbone associées au transport des déchets.

➤ **Systèmes de gestion des déchets basés sur l'IoT (Internet des objets) :**

Fonction : Utilisent des capteurs et des réseaux pour surveiller en temps réel les niveaux de remplissage des conteneurs de déchets.

Avantages : Optimisent la collecte des déchets en informant les équipes de gestion lorsqu'un conteneur est plein, ce qui permet des ramassages plus efficaces et réduit les trajets inutiles.

➤ **Solutions de traçabilité des déchets :**

Fonction : Utilisent des technologies comme les codes-barres, les puces RFID (identification par radiofréquence) et les logiciels de suivi pour surveiller et enregistrer le flux des déchets depuis leur point de production jusqu'à leur élimination ou recyclage.

Avantages : Permettent une meilleure gestion et responsabilité des déchets, aidant à identifier les sources de déchets, à optimiser les processus de tri et de recyclage, et à réduire les impacts environnementaux.

En intégrant ces technologies, les aéroports peuvent améliorer leur efficacité opérationnelle, réduire leur empreinte écologique, et répondre de manière plus proactive aux défis de gestion des déchets.

III.1.5.4. Partenariats avec les communautés locales

Les aéroports peuvent collaborer avec les autorités locales, les organisations environnementales et les entreprises locales pour développer des solutions de gestion des déchets intégrées qui répondent aux besoins de la communauté dans son ensemble.

Voici comment cela peut se mettre en œuvre :

➤ **Collaboration avec les autorités locales :**

Objectif : Travailler ensemble pour aligner les stratégies de gestion des déchets de l'aéroport avec les politiques et initiatives locales.

Exemple : Coordonner les efforts de recyclage et de compostage, partager des infrastructures et des ressources pour la gestion des déchets, et participer à des programmes de sensibilisation communautaire.

➤ **Partenariats avec les organisations environnementales :**

Objectif : Bénéficier de l'expertise et des ressources des organisations environnementales pour améliorer les pratiques de gestion des déchets.

Exemple : Développer des programmes de réduction des déchets, organiser des campagnes de nettoyage locales, et promouvoir des initiatives de recyclage et de réutilisation des matériaux.

➤ **Engagement des entreprises locales :**

Objectif : Impliquer les entreprises locales dans les efforts de gestion des déchets pour créer des solutions durables et économiquement viables.

Exemple : Encourager les commerces de l'aéroport à adopter des pratiques de réduction des déchets, comme l'utilisation de matériaux biodégradables et la mise en place de points de collecte pour le recyclage.

➤ **Programmes éducatifs et de sensibilisation :**

Objectif : Informer et éduquer la communauté sur l'importance de la gestion durable des déchets.

Exemple : Organiser des ateliers et des séminaires pour les résidents et les entreprises locales, créer des campagnes de sensibilisation sur les médias sociaux et dans les écoles locales.

➤ **Projets pilotes et innovations technologiques :**

Objectif : Tester et mettre en œuvre de nouvelles technologies et approches pour la gestion des déchets.

Exemple : Installer des compacteurs de déchets intelligents, développer des systèmes de gestion des déchets basés sur l'IoT pour optimiser la collecte et le tri des déchets, et expérimenter des solutions de traçabilité des déchets pour suivre leur flux.

➤ **Initiatives de responsabilité sociale :**

Objectif : Intégrer la gestion des déchets dans une démarche plus large de responsabilité sociale et environnementale.

Exemple : Lancer des programmes de réduction des déchets alimentaires, collaborer avec des associations caritatives pour redistribuer les excédents alimentaires, et soutenir des projets communautaires de développement durable.

En collaborant avec les communautés locales, les aéroports peuvent développer des solutions de gestion des déchets qui sont non seulement efficaces et durables, mais qui renforcent également les liens avec les résidents et les parties prenantes locales, créant ainsi un environnement plus harmonieux et coopératif.

III.2. Matrice environnementale

La gestion environnementale des aéroports est cruciale pour minimiser les impacts écologiques tout en assurant un fonctionnement efficace. Une matrice environnementale est un outil structuré qui aide à identifier, évaluer et gérer les différents aspects environnementaux des activités aéroportuaires. Elle permet de prioriser les actions et d'assurer une meilleure gestion des ressources.

III.2.1. Composantes d'une Matrice Environnementale

- **Identification des Aspects Environnementaux :**

Eau : Consommation d'eau potable, gestion des eaux usées.

Air : Émissions de CO₂ et autres polluants, qualité de l'air.

Bruit : Niveaux sonores, sources de bruit.

Déchets : Gestion des déchets solides et liquides, recyclage.

Énergie : Consommation énergétique, efficacité énergétique, utilisation des énergies renouvelables.

- **Évaluation de l'Impact :**

Gravité : Importance des impacts sur l'environnement.

Fréquence : Fréquence d'occurrence des impacts.

Sensibilité : Sensibilité de l'environnement aux impacts.

- **Mesures de Maîtrise :**

Actions Préventives : Mesures pour prévenir les impacts négatifs.

Actions Correctives : Mesures pour corriger les impacts existants.

Actions d'Amélioration : Initiatives pour améliorer la performance environnementale.

- **Suivi et Surveillance :**

Indicateurs de Performance : Paramètres pour évaluer l'efficacité des mesures.

Fréquence de Surveillance : Périodicité des contrôles et des audits.

Responsabilités : Attribution des responsabilités pour chaque aspect.

Une matrice environnementale est un outil indispensable pour une gestion environnementale efficace dans les aéroports. En identifiant les principaux aspects environnementaux, en évaluant leurs impacts et en mettant en place des mesures de maîtrise appropriées, les aéroports peuvent réduire leur empreinte écologique et promouvoir un développement durable.

Voici ci-dessus la légende d'une matrice environnementale :

Tableau 3.1 : légende d'une matrice environnementale

Catégorie	Importance	Description / commentaires
Catégorie 5	Impact important majeure	Les conséquences sont en principe permanentes et non réversibles à l'échelle du pays et /ou revêtent une importance internationale.
Catégorie 4	Impact important moyen	Les conséquences sont à long terme mais sont réversibles et /ou revêtent une importance régionale.
Catégorie 3	Impact mineur	Les conséquences sont estimées à court termes réversibles et / ou de portée limitée.
Catégorie 2	Négligeable	Incidence prévue très faible voire inexistante.
Catégorie 1	Inconnu	Il n'y a pas assez de données pour évaluer l'importance.

Voici un exemple d'une matrice :

Tableau 3.2 : Exemple d'une matrice environnemental

ASPECTS	IMPORTANCE	MAITRICE	INDICE D'IMPCT
EAU	2	3	6
BRUIT	3	4	12
AIR	4	5	20
ENERGIE	1	3	2
DECHETS	2	2	4

La matrice présentée donne une évaluation simplifiée des aspects environnementaux spécifiques d'un aéroport, en se concentrant sur cinq domaines principaux : Eau, Bruit, Air, Énergie et Déchets. Voici une explication détaillée de chaque colonne de la matrice :

- **Aspects** : Chaque ligne de la matrice représente un aspect environnemental particulier qui est évalué. Dans ce cas, les aspects sont : Eau, Bruit, Air, Énergie et Déchets.
- **Importance** : Cette colonne indique l'importance relative de chaque aspect environnemental pour l'aéroport. Elle est souvent évaluée sur une échelle de 1 à 5, où 1 pourrait signifier une importance faible et 5 une importance élevée. Dans l'exemple donné :
 - Eau : Importance de 2
 - Bruit : Importance de 3
 - Air : Importance de 4
 - Énergie : Importance de 1

- Déchets : Importance de 2
- **Maîtrise** : Cette colonne évalue le degré de maîtrise ou de contrôle actuel sur chaque aspect environnemental. C'est également une échelle subjective souvent notée de 1 à 5, où 1 pourrait signifier un contrôle faible et 5 un contrôle élevé. Dans l'exemple :
 - Eau : Maîtrise de 3
 - Bruit : Maîtrise de 4
 - Air : Maîtrise de 5
 - Énergie : Maîtrise de 3
 - Déchets : Maîtrise de 2
- **Indice d'impact** : C'est le produit des valeurs d'importance et de maîtrise pour chaque aspect. Cet indice permet de quantifier l'impact potentiel ou réel de chaque aspect sur l'environnement de l'aéroport. Dans l'exemple :
 - Eau : Indice d'impact = Importance (2) * Maîtrise (3) = 6
 - Bruit : Indice d'impact = Importance (3) * Maîtrise (4) = 12
 - Air : Indice d'impact = Importance (4) * Maîtrise (5) = 20
 - Énergie : Indice d'impact = Importance (1) * Maîtrise (3) = 3
 - Déchets : Indice d'impact = Importance (2) * Maîtrise (2) = 4

En résumé, cette matrice permet aux gestionnaires de l'aéroport d'identifier rapidement les aspects environnementaux les plus critiques en termes d'impact potentiel, en tenant compte à la fois de leur importance et du degré de contrôle actuel. Cela guide ensuite la mise en œuvre de stratégies et de mesures correctives pour améliorer la gestion environnementale globale de l'aéroport.

Chapitre IV : Mini logiciel de gestion environnementale de l'aéroport d'Alger

IV.1. Fonctionnalités Principales de logiciel

➤ Surveillance des Aspects Environnementaux

- **Eau** : Suivi de la consommation d'eau, détection des fuites, et gestion des eaux usées.
- **Bruit** : Mesure des niveaux de bruit à différents points de l'aéroport, analyse des sources de bruit et proposition de mesures d'atténuation.
- **Air** : Surveillance de la qualité de l'air, mesure des émissions de CO2 et autres polluants, et mise en œuvre de stratégies pour réduire les émissions.
- **Énergie** : Contrôle de la consommation d'énergie, promotion de l'efficacité énergétique et utilisation des énergies renouvelables.
- **Déchets** : Gestion des déchets solides et liquides, promotion du recyclage et de la réduction des déchets.

➤ Rapports Hebdomadaires :

- **Génération de Rapports** : Le logiciel génère des rapports hebdomadaires détaillés pour chaque aspect environnemental. Ces rapports incluent des données quantitatives, des analyses de tendances et des recommandations pour l'amélioration.
- **Alertes et Notifications** : Envoi d'alertes en cas de dépassement des seuils environnementaux ou de détection de problèmes potentiels.

Analyse et Visualisation des Données :

- **Tableaux de Bord** : Des tableaux de bord interactifs permettent de visualiser les données en temps réel, facilitant ainsi la prise de décision.
- **Analyses Comparatives** : Le logiciel permet de comparer les performances environnementales sur différentes périodes pour identifier les progrès réalisés et les domaines nécessitant des améliorations.

➤ **Conformité aux Normes :**

- **ISO 14001 :** Le logiciel est conçu pour aider l'aéroport à se conformer à la norme ISO 14001:2015, en mettant en place un système de management environnemental efficace.
- **Réglementations Locales et Internationales :** Veille à ce que l'aéroport respecte toutes les réglementations environnementales applicables.

➤ **Avantages du Logiciel**

- **Amélioration de la Performance Environnementale :** En permettant une surveillance continue et une analyse détaillée, le logiciel aide à identifier les opportunités d'amélioration et à mettre en œuvre des mesures correctives.
- **Réduction des Coûts :** La gestion efficace de la consommation d'énergie, de l'eau et des déchets peut conduire à des économies significatives.
- **Transparence et Responsabilité :** Les rapports générés par le logiciel fournissent une documentation claire et transparente, renforçant la responsabilité de l'aéroport envers ses parties prenantes.
- **Facilitation de la Prise de Décision :** Les tableaux de bord interactifs et les analyses comparatives aident les gestionnaires à prendre des décisions éclairées pour améliorer les performances environnementales.

En somme, ce logiciel constitue un outil précieux pour l'aéroport, en soutenant ses efforts pour minimiser son impact environnemental tout en respectant les normes et les réglementations en vigueur.

IV.2. Explication du Code

➤ **Présentation de python**

Python est un langage de programmation polyvalent et facile à apprendre, largement utilisé dans divers domaines tels que le développement web, l'analyse de données, l'intelligence artificielle et l'automatisation. Sa syntaxe claire et lisible en fait un excellent choix pour les débutants, tout en offrant des capacités puissantes pour les développeurs expérimentés. Grâce à une vaste

communauté et une multitude de bibliothèques et frameworks, Python permet de réaliser des projets complexes de manière efficace et rapide.

Pour la création de notre logiciel de gestion environnementale pour l'aéroport d'Alger, nous avons choisi Python en raison de sa simplicité d'utilisation et de sa robustesse. Python nous a permis de développer rapidement des interfaces utilisateur conviviales et de gérer efficacement les grandes quantités de données nécessaires pour surveiller et analyser les impacts environnementaux. De plus, les nombreuses bibliothèques disponibles, telles que Matplotlib pour la visualisation des données et FPDF pour la génération de rapports PDF, ont grandement facilité le développement de fonctionnalités avancées et spécifiques à notre projet. Grâce à Python, nous avons pu créer un outil puissant et accessible qui aide à améliorer la gestion environnementale et à respecter les réglementations en vigueur.

Ce code est conçu pour créer un rapport environnemental en format PDF à partir des données contenues dans un fichier JSON. Il génère également un graphique des impacts environnementaux et l'intègre dans le rapport PDF. Voici une explication détaillée de chaque partie du code :

➤ Importation des données

```
python

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import sys
import json
from fpdf import FPDF
import time
```

Figure 4.1 : Importation des Bibliothèques

- numpy (abrégé en np) est utilisé pour les opérations mathématiques sur les tableaux.
- matplotlib.pyplot (abrégé en plt) est utilisé pour créer des visualisations.
- sys est utilisé pour accéder aux arguments de la ligne de commande.
- json est utilisé pour lire et écrire des fichiers JSON.
- FPDF est utilisé pour créer des fichiers PDF.
- time est utilisé pour obtenir la date actuelle.

➤ Fonctions Utilisées

Fonction create_letterhead

```
python

def create_letterhead(pdf, WIDTH):
    pdf.image("./resources/letterhead.png", 0, 0, WIDTH)
```

Figure 4.2 : Fonction create_letterhead

- Ajoute un en-tête à la première page du PDF en utilisant une image.

➤ Fonction create_title

```
python

def create_title(title, pdf):
    pdf.set_font('Helvetica', 'b', 20)
    pdf.ln(40)
    pdf.write(5, title)
    pdf.ln(10)

    pdf.set_font('Helvetica', '', 14)
    pdf.set_text_color(r=128, g=128, b=128)
    today = time.strftime("%d/%m/%Y")
    pdf.write(4, f'{today}')

    pdf.ln(10)
```

Figure 4.3 : Fonction create_title

- Ajoute un titre principal au PDF.
- Ajoute la date actuelle.

➤ **Fonction write_to_pdf**

```
python

def write_to_pdf(pdf, words):
    pdf.set_text_color(r=0, g=0, b=0)
    pdf.set_font('Helvetica', '', 12)
    pdf.write(5, words)
```

Figure 4.4 : Fonction write_to_pdf

- Ajoute du texte au PDF avec une certaine couleur et police.

➤ **Fonction Principale main**

```
python

def main(file):
    f = open(file)
    data = json.load(f)
    print("opened json data")

    imp_dict = data.items()
    imp_list = list(data.items())[1][1]
    mait_list = list(data.items())[0][1]

    print("calculating the results")

    Importance = np.array(list(imp_list.values()))
    Maitrise = np.array(list(mait_list.values()))
```

Figure 4.5 : Fonction Principale main

➤ **Étapes de la Fonction main**

1. **Ouverture et Lecture du Fichier JSON :**

```
python
f = open(file)
data = json.load(f)
print("opened json data")
```

Figure 4.6 : Ouverture et Lecture du Fichier JSON

Le fichier JSON est ouvert et son contenu est chargé dans la variable data.

2. Extraction et Calcul des Résultats :

```
python
imp_dict = data.items()
imp_list = list(data.items())[1][1]
mait_list = list(data.items())[0][1]

print("calculating the results")

Importance = np.array(list(imp_list.values()))
Maitrise = np.array(list(mait_list.values()))

result = np.multiply(Importance, Maitrise)
```

Figure 4.7 : Extraction et Calcul des Résultats

- Les données d'importance et de maîtrise sont extraites du fichier JSON.
- Les valeurs sont converties en tableaux numpy.
- Les résultats finaux sont calculés en multipliant les valeurs d'importance et de maîtrise.

3. Création du Graphique :

```
python

courses = list(data["Importance"].keys())
values = list(result)

print("ploting the data")

plt.bar(courses, values, color='blue', width=0.4)

plt.xlabel("Aspects environnementaux")
plt.ylabel("Indice d'impact")
plt.title("etat de la gestion environnementale - Mois de Juin")
plt.savefig('./resources/rapportHebdomadaire.png')
```

Figure 4.8 : Création du Graphique

- Les clés des aspects environnementaux sont extraites pour être utilisées comme étiquettes sur le graphique.
- Un graphique à barres est créé et sauvegardé sous forme d'image.

4. Création du PDF :

```
python

TITLE = "Rapport de la gestion environnementale"
WIDTH = 210
HEIGHT = 297

pdf = FPDF()

pdf.add_page()

create_letterhead(pdf, WIDTH)
create_title(TITLE, pdf)

pdf.image("resources/rapportHebdomadaire.png", 5, 130, WIDTH)
```

Figure 4.9 : Création du PDF

- Un nouvel objet PDF est créé.
- Une nouvelle page est ajoutée au PDF.
- L'en-tête et le titre sont ajoutés au PDF.
- Le graphique généré est ajouté au PDF.
- Des sections de texte décrivant les différents aspects environnementaux et leurs impacts sont ajoutées au PDF.
- Le fichier PDF final est sauvegardé sous le nom rapport_h.pdf.

En résumé, ce script prend un fichier JSON contenant des données environnementales, calcule des indices d'impact, génère un graphique de ces indices, et compile le tout dans un rapport PDF complet avec en-tête, titres, graphiques et descriptions textuelles.

IV.3. Mode d'emploi

Ce programme sert à créer un rapport environnemental complet et détaillé. Voici comment l'utiliser :

1. Remplir les Données :

Vous commencez par remplir un formulaire avec les différents aspects environnementaux de l'aéroport. Pour chaque aspect, vous devez évaluer deux critères sur une échelle de 1 à 5 :

Importance de l'impact : Évaluez la gravité de l'impact environnemental pour chaque aspect (par exemple, eau, air, énergie, déchets, bruit).

Maîtrise de l'impact : Évaluez à quel point l'aéroport maîtrise cet impact.

Par exemple, si la gestion de l'eau est très importante mais bien maîtrisée, vous pourriez noter "Importance : 5" et "Maîtrise : 4".

Veuillez Introduire les indices d'impact

Importance		Maitrise	
Eau	2	Eau	5
Bruit	1	Bruit	4
Air	4	Air	3
Energie	4	Energie	2
Dechets	3	Dechets	1

Save Generer le rapport

Figure 4.10 : fenêtre pour remplir les données

Cette figure représente une interface utilisateur pour une application de gestion environnementale nommée "Aerogest". L'objectif de cette application est d'évaluer et de générer un rapport sur les impacts environnementaux de différents aspects au sein d'un aéroport.

2. Enregistrer les Données :

Après avoir rempli toutes les évaluations, cliquez sur le bouton 'Enregistrer' pour sauvegarder vos entrées.

3. Générer le Rapport :

Une fois les données enregistrées, cliquez sur le bouton 'Générer le rapport'. Le programme traitera les données, générera un graphique des impacts environnementaux et créera un rapport PDF complet.

Ce rapport contiendra :

- Une page de garde avec l'en-tête de l'aéroport.
- Un titre principal indiquant qu'il s'agit d'un rapport de gestion environnementale.

- La date du rapport.
- Un graphique représentant les indices d'impact pour chaque aspect environnemental.
- Une analyse textuelle détaillant les différentes catégories d'impact et leurs scores.



Adresse : Dar El Beida ,ALGER

Rapport de la gestion environnementale

21/06/2024

de 1 à 5: Acceptable

de 6 à 10: Surveillance nécessaire

de 10 à 15: Actions correctives nécessaires

de 15 à 25: Inacceptable, actions immédiates requises

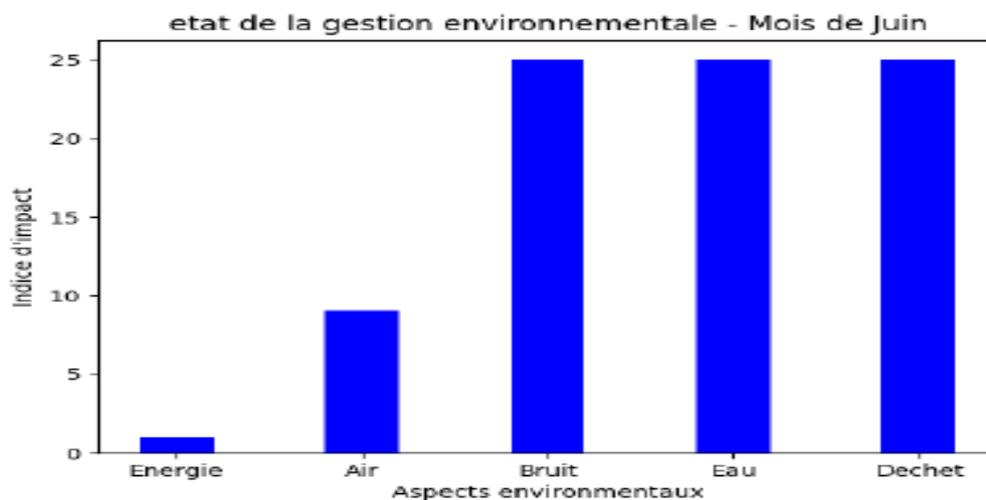


Figure 4.11 : le rapport obtenu après l'exécution

La figure montre un exemple de rapport généré par l'application "Aerogest", qui se concentre sur la gestion environnementale de l'aéroport d'Alger. Voici une explication détaillée de cette figure :

✓ En-tête du Rapport

1. Logo et Nom de l'Application :

- Le logo et le nom de l'application "Aerogest" sont affichés en haut à gauche.

2. Adresse :

- L'adresse "Dar El Beida, ALGER" est mentionnée en haut à droite.

✓ Titre et Informations Générales

3. Titre du Rapport :

- Le rapport est intitulé "Rapport de la gestion environnementale".

4. Date :

- La date du rapport est indiquée : 21/06/2024.

5. Légende des Indices :

- Une légende explique les indices d'impact environnemental :
 - de 1 à 5 : Acceptable
 - de 6 à 10 : Surveillance nécessaire
 - de 10 à 15 : Actions correctives nécessaires
 - de 15 à 25 : Inacceptable, actions immédiates requises

✓ Graphique des Indices d'Impact

6. Graphique :

- Un histogramme affiche les indices d'impact pour différents aspects environnementaux.
- **Aspects Environnementaux :**
 - **Énergie** : Indice d'impact très faible.
 - **Air** : Indice d'impact modéré.
 - **Bruit** : Indice d'impact élevé.
 - **Eau** : Indice d'impact élevé.
 - **Déchet** : Indice d'impact élevé.
- **État de la gestion environnementale :**
 - Le titre du graphique est "état de la gestion environnementale - Mois de Juin".
 - L'axe des abscisses (X) montre les différents aspects environnementaux.
 - L'axe des ordonnées (Y) montre l'indice d'impact, mesuré en unités correspondant à la légende des indices.

✓ **Interprétation des Données**

- **Énergie :**
 - L'impact de la gestion de l'énergie est faible, suggérant que cette ressource est bien gérée et nécessite peu d'attention immédiate.
- **Air :**
 - L'indice d'impact est modéré, indiquant qu'une surveillance est nécessaire pour éviter des problèmes futurs.
- **Bruit, Eau, Déchets :**
 - Les indices d'impact pour le bruit, l'eau et les déchets sont élevés, signalant que des actions correctives immédiates sont requises pour ces aspects.

Conclusion

Le logiciel "Aerogest" représente un outil crucial pour la gestion environnementale de l'aéroport d'Alger. Grâce à son interface intuitive, il permet aux gestionnaires de suivre et d'évaluer en temps réel les différents aspects environnementaux tels que l'eau, le bruit, l'air, l'énergie et les déchets.

Points Clés du Logiciel

1. **Analyse en Temps Réel :**
 - Le logiciel offre la possibilité de surveiller continuellement les indices d'impact environnemental, permettant une réactivité immédiate aux variations et anomalies détectées.
2. **Interface Utilisateur :**
 - L'interface claire et conviviale simplifie la saisie et la visualisation des données, rendant l'outil accessible même aux utilisateurs non spécialisés.
3. **Rapports Automatisés :**
 - La fonctionnalité de génération de rapports automatiques assure une documentation régulière et structurée des performances

environnementales, facilitant les audits et les examens réglementaires.

4. Prise de Décision Éclairée :

- En mettant en évidence les aspects nécessitant des actions correctives, le logiciel guide les responsables vers des décisions informées et prioritaires, optimisant ainsi les efforts et les ressources.

5. Conformité Réglementaire :

- "Aerogest" aide l'aéroport à rester conforme aux réglementations environnementales algériennes en fournissant des données précises et actualisées sur les impacts environnementaux.

IV.4. Conclusion

L'intégration continue de nouvelles fonctionnalités et l'adaptation aux avancées technologiques permettront à "Aerogest" de rester à la pointe de la gestion environnementale. L'extension de l'analyse à d'autres domaines environnementaux et la possibilité d'intégration avec d'autres systèmes de gestion de l'aéroport pourront être envisagées pour renforcer encore davantage l'efficacité et la portée de l'outil.

En conclusion, "Aerogest" est un logiciel indispensable pour assurer une gestion environnementale rigoureuse et proactive à l'aéroport d'Alger, contribuant ainsi à un environnement plus sain et plus durable. Grâce à cet outil, l'aéroport peut non seulement respecter les normes environnementales, mais également se positionner comme un leader en matière de durabilité dans le secteur aéroportuaire.

Conclusion générale et perspectives

En conclus, ce projet de recherche a scruté profondeur les défis environnementaux auxquels sont confrontés les aéroports. En analysant les différentes facettes des activités aéroportuaires, nous avons identifié les principales sources d'impacts, notamment le bruit, la pollution d'eau et la gestion des déchets. Nous avons ensuite élaboré des stratégies novatrices pour les atténuer.

À travers des études de cas et des analyses quantitatives, nous avons prouvé qu'une approche intégrée de la gestion environnementale peut non seulement réduire ces impacts négatifs, mais aussi créer des occasions pour promouvoir la durabilité et améliorer l'efficacité opérationnelle des aéroports. Des actions telles que l'adoption de technologies plus propres, l'optimisation des processus logistiques, la sensibilisation du personnel et la collaboration avec les parties prenantes locales sont essentielles pour progresser dans cette voie.

Il est cependant crucial de reconnaître que la durabilité environnementale dans les aéroports exige un engagement à long terme et une adaptation constante aux évolutions réglementaires, technologiques et sociales. En investissant dans la recherche et le développement de solutions innovantes, ainsi qu'en renforçant la coopération internationale, nous pouvons propulser notre industrie vers des pratiques plus responsables et respectueuses de l'environnement.

La mise en place du logiciel de gestion environnementale constitue un tournant significatif dans l'approche de la gestion environnementale de l'aéroport. Ce logiciel permet une centralisation des données, une génération automatique de rapports et des propositions d'actions correctives basées sur des analyses précises.

Les perspectives pour l'avenir incluent Pour améliorer la gestion environnementale, il est essentiel d'étendre les fonctionnalités du logiciel en intégrant des modules supplémentaires dédiés à la biodiversité et aux émissions de bruit. La collaboration avec d'autres aéroports internationaux

permettrait d'échanger des connaissances et des pratiques, favorisant ainsi une amélioration continue des méthodes. En parallèle, l'éducation et la sensibilisation du personnel et des passagers aux enjeux environnementaux sont cruciales pour garantir l'engagement de tous. La mise en place d'indicateurs de performance environnementale permettrait un suivi et une évaluation continue des progrès réalisés, permettant d'ajuster les stratégies en conséquence. Enfin, investir dans la recherche et l'innovation pour adopter de nouvelles technologies vertes et des méthodes innovantes renforcerait l'efficacité de la gestion environnementale.

En poursuivant ces efforts, l'aéroport d'Alger pourra non seulement se conformer aux réglementations environnementales, mais aussi devenir un modèle de durabilité et d'innovation dans le secteur aéroportuaire.

Références :

[1] : Document département Ressources Humaines. (2018).
Présentation générale de l'aéroport d'Alger.

[2] : Google maps

[3] : AIP AD 2. DAAG-1 ALGERIA 14 SEP 23, ENNA

[4] : La Société de Gestion des Services et Infrastructures
Aéroportuaires d'Alger <https://www.aeroport-d-alger-houari-boumediene.com/> (2024)

[5]: Rapport ONM METEO ALGERIE

[6] document de la consommation d'eau SGSIA 2023

[7] Rapport de la consommation d'électricité SGSIA 2021 /2022

[8] : MAROUF Nour El Houda, MAHAMDAOUI Djamila , Mémoire
(Étude et réalisation d'un système pour la détection des signaux
ECG et PCG), Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen,2018

[9] : Salem DAHECH, Abdallah SAIHIA, Mémoire (POLLUTION
ATMOSPHÉRIQUE ET BRISE DE MER À ANNABA NORD-EST
DE L'ALGÉRIE) CAS DE L'OZONE ET DU DIOXYDE DE SOUFRE,
Université de Paris (Paris Diderot) , 2019

[10] : SITAYEB Zineb, YOUSFI Yasmine Fatima, Mémoire (Les
impacts environnementaux des activités aéroportuaires
cas 'aéroport d'Alger), , Université des Sciences et de la
Technologie Houari Boumediene,2020

- [11] Document de la gestion environnemental , SAGSIA 2020
- [12] Document de gestion des déchets , SGSIA 2020
- [13] :Rapport d'EODD Ingénieurs Conseils Diagnostic : eau, sols, biodiversité et pollution lumineuse, ETAT DE L'ENVIRONNEMENT SUR ET AUTOUR DES GRANDS AEROPORTS FRANÇAIS, 2020
- [15] :<https://www.eea.europa.eu/fr/signaux/signaux-2018/articles/gros-plan-l2019eau-dans-la-ville> (Consulté le 04/2024)
- [16] : [https://www.services-eau-france.fr/economie-eau/gestion-durable/\(2022\)](https://www.services-eau-france.fr/economie-eau/gestion-durable/(2022)) (Consulté le 04/2024)
- [17] : [https://solaire-france.com/panneaux-solaires-toit-plat/\(2022\)](https://solaire-france.com/panneaux-solaires-toit-plat/(2022)) (Consulté le 03/2024)
- [18] : Manuel sur l'économie des aéroports (Doc 9562) de l'OACI
- [19] :<https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/FR/bruit.aspx> (Consulté le 06/2024)
- [20] :<https://www.connaissancedesenergies.org/afp/les-saf-carburants-durables-indispensables-pour-decarboner-laviation-210326>(Consultéle05/2024)
- [21] :<https://captaintech.fr/surveillance-de-la-qualite-de-lair-enjeux-technologies-et-perspectives/>(Consulté le 05/2024)
- [22] : L'hydrogène vert, un catalyseur de la transition énergétique, document est fourni par Natixis Investment Managers International - Société de gestion de portefeuilles agréée par l'Autorité des Marchés Financiers rédigé en Mars 2021

[23] Journal officiel de l'Union européenne, COMMUNICATION DE LA COMMISSION Lignes directrices sur les aides d'État aux aéroports et aux compagnies aériennes 2014

[24] :<https://www.aef.org.uk/2024/06/04/aviation-and-environment-news-june-2024/>(Consulté le 05/2024)

[25] :[https://aci.aero/airport-advocacy/airport-information-technology/technology-innovation-awards/\(2023\)](https://aci.aero/airport-advocacy/airport-information-technology/technology-innovation-awards/(2023)) (Consulté le 06/2024)

Annexe A : La réglementation

Domaine	Aspects environnementaux	Textes réglementaires
Eau		Loi 83-17 du 16/07/83 relative au code de l'eau
		Ordonnance 96-13 du 05/06/96 modifiant et complétant la loi 83-17 du 16/07/83 code des eaux
		Loi 05-12 du 04/08/05 relative à l'eau
		Décret exécutif 93-163 du 10/07/93 relatif à la pollution des eaux superficielles
		Décret exécutif 93-160 du 10/07/93 relatif aux rejets d'effluents
		Décret exécutif 06-141 du 19/04/06 définissant les valeurs limites des rejets
Déchet		Loi 01-19 du 12/12/01 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets
		Décret exécutif 84-378 du 12/12/84 relatif aux conditions de nettoyage, traitement et collecte des déchets solides urbains
		Décret exécutif n°02-372 du 11 novembre 2002 relatif aux déchets d'emballages
		Décret exécutif n° 04-409 du 14 décembre 2004 fixant les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux.
		Décret exécutif n° 04-410 du 14 décembre 2004 fixant les règles

		générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.
		Décret exécutif n° 06-104 du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.
		Décret exécutif n° 05-315 du 10 septembre 2005 fixant les modalités de déclaration des déchets spéciaux dangereux.
Sol		Décret exécutif n° 88-228 du 5 novembre 1988....
		Décret exécutif n°du 18 aout 1987
Air		Décret exécutif n° 07-207 du 30 juin 2007 réglementant l'usage des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, de leurs mélanges et des produits qui en contiennent.
		Décret exécutif n° 06-138 du au 15 avril 2006 réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.
		Décret exécutif n° 06-02 du 7 janvier 2006 définissant les valeurs limites, les seuils d'alerte et les objectifs de qualité

		de l'air en cas de pollution atmosphérique.
		Décret exécutif n° 93-165 du 10 juillet 1993 réglementant les émissions atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs et particules solides des installations fixes.
Bruit		Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable (chapitre 2 du titre IV : des prescriptions de protection contre les nuisances sonores).
		Décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits.
Energie		Loi n° 04-09 du 14 août 2004 relative à la promotion des Energies Renouvelables dans le cadre du développement durable.
		Loi n° 99-09 du 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie
		Décret exécutif n° 04-92 du 25 mars 2004 relatif aux coûts de diversification de la production d'électricité
		Décret exécutif n° 05-495 du 26 décembre 2005 relatif à l'audit énergétique des établissements grands consommateurs d'énergie.

Annexe B : Définitions

L'environnement

L'environnement est l'ensemble des éléments entourant un individu ou une espèce, incluant les aspects physiques, chimiques, biologiques, ainsi que les interactions avec les conditions naturelles et culturelles.

La protection de l'environnement

La protection de l'environnement est une action visant à préserver, prévenir ou réduire les dommages causés à l'écosystème par les activités humaines. Il s'agit notamment de limiter ou éliminer la pollution, de préserver les ressources naturelles, de préserver la biodiversité et de promouvoir un développement durable. Elle cherche à préserver l'équilibre écologique et à garantir la durabilité des ressources naturelles pour les générations futures.

Le bruit

Un bruit est un ensemble de sons sans harmonie. Pour les avions en vol on distingue le bruit de groupes motopropulseurs, prépondérant lors des phases de décollage, et le bruit aérodynamique qui devient aussi important que le bruit des moteurs pour les phases d'atterrissage.

Ex. : lorsqu'un avion atterrit, le bruit perçu n'est pas celui du moteur mais essentiellement celui de l'écoulement de l'air le long de la carlingue de l'avion.

Déchet

Les déchets sont générés à diverses étapes du cycle de vie des produits, des services ou des équipements. Ils comprennent les matériaux et les substances qui ont été jetés ou éliminés car ils ne sont plus utiles ou nécessaires. L'accumulation de déchets, leur mauvaise gestion et leur élimination inappropriée ont un impact significatif sur l'environnement, notamment sur la biodiversité et la qualité de l'air, de l'eau et des sols. Les déchets non gérés peuvent aussi contribuer à la pollution et aux émissions de gaz à effet de serre, aggravant ainsi les problèmes environnementaux. La collecte, le traitement et

le recyclage des déchets sont essentiels pour réduire leur impact négatif sur l'environnement et promouvoir une gestion durable des ressources.

Eau

L'eau est une ressource vitale qui contribue à la vie sur Terre. Elle est utilisée dans divers domaines, tels que l'agriculture, l'industrie et la vie quotidienne. Cependant, les activités humaines ont un impact majeur sur la qualité de l'eau, ce qui entraîne divers problèmes environnementaux. La pollution de l'eau, causée par les déchets industriels, agricoles et urbains, a un impact négatif sur la biodiversité aquatique et peut provoquer des maladies chez les humains et les animaux. Pourtant, l'eau est un élément important pour l'environnement, car elle contribue à la régulation du climat et au maintien des écosystèmes. Sa gestion durable est donc cruciale pour garantir la protection de cette ressource précieuse.

Energie

L'énergie est une grandeur physique fondamentale qui se manifeste sous diverses formes, telles que l'énergie thermique, électrique, mécanique et chimique. Elle est cruciale pour alimenter nos activités quotidiennes, que ce soit pour chauffer nos maisons, faire fonctionner nos appareils électriques ou propulser nos véhicules.

Impacts environnementaux

Les impacts environnementaux sont les effets négatifs des activités humaines sur l'écosystème terrestre. Ils consistent en la pollution de l'air, de l'eau et des sols, la perte de biodiversité, le changement climatique et l'épuisement des ressources naturelles. Afin de réduire ces effets, des solutions sont nécessaires, comme la réduction de la consommation des ressources, le recours aux énergies renouvelables, le recyclage des déchets, et la promotion de modes de vie durables. Ces actions ont pour objectif de préserver l'environnement pour les générations futures.

Aspects environnementaux

Les aspects environnementaux concernent les activités, produits ou services d'une organisation qui interagissent avec l'environnement. Ces aspects de l'activité d'une organisation ont le potentiel d'avoir un impact sur l'environnement. Ces aspects peuvent être la consommation de ressources naturelles, la production de déchets, les émissions atmosphériques, les rejets dans l'eau, etc. L'identifier et l'évaluer les aspects environnementaux est une étape cruciale dans la gestion environnementale des organisations, car cela permet de comprendre où se situent les risques environnementaux potentiels et de mettre en place des mesures pour les maîtriser.

Pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique est due à une modification de la composition de l'air par des substances nocives pour la santé et l'environnement, comme des gaz et des particules en suspension. Ces polluants sont émis par diverses sources, comme les véhicules, les industries et les activités domestiques.

Pollution hydrique

La pollution hydrique est une pollution de l'eau par des substances nocives, altérant sa qualité et mettant en danger la santé humaine et l'écosystème aquatique.

Pollution sol

La pollution des sols est une émission anormale de substances toxiques dans le sol, due à diverses activités humaines telles que l'industrie, l'agriculture, et les déchets. Les conséquences peuvent être des dangers pour la santé humaine, la dégradation de la biodiversité, et la contamination des ressources en eau souterraine. La pollution du sol est principalement due aux rejets industriels, à l'utilisation excessive de produits chimiques agricoles et à la mauvaise gestion des déchets. Cette pollution peut avoir des effets négatifs sur l'écosystème et la santé humaine, ce qui nécessite une action pour prévenir et remédier à ces problèmes.

Le son

Le son est un ébranlement élastique des éléments du milieu où il se propage, ce milieu étant un gaz (air), un liquide ou un solide. Un son pur peut être caractérisé par son intensité (sa force) et sa fréquence (grave ou aiguë).

La nuisance sonore

Une nuisance sonore est un bruit qui trouble la tranquillité d'autrui et la bonne santé de l'homme.

Aéroport

Un aéroport est l'ensemble des bâtiments et Installations destinées au trafic aérien public, permettant la réception et l'envol des aéronefs, assurant leur entretien, leur service et leur garage ainsi que l'embarquement et le débarquement des passagers et des marchandises. C'est l'Organisme chargé de l'aménagement, de l'exploitation et du développement de cette infrastructure.