



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique



Département Génie des Procédés et de l'Environnement

Mémoire de projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en Génie des Procédés et
de l'Environnement

Évaluation du risque du changement climatique dans l'industrie des aciers

Younes Amine KELLOU

Présenté et soutenu publiquement le 04/07/2023 auprès des membres du jury :

Président	M. Abdelmalek	CHERGUI	Prof. ENP, Alger
Promoteur	M. Yacine	KERCHICH	Prof. ENP, Alger
Co-Promoteur	M. Saber	BENYOUB	Expert E&S. SGA
Examinatrice	Mme. Naima	DJELLOULI	MCB. ENP, Alger

ENP 2023

10, Avenue des Frères Oudek, Hassen Badi, BP. 182, 16200 El Harrach, Alger, Algérie.
www.enp.edu.dz



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique



Département Génie des Procédés et de l'Environnement

Mémoire de projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en Génie des Procédés et
de l'Environnement

Évaluation du risque du changement climatique dans l'industrie des aciers

Younes Amine KELLOU

Présenté et soutenu publiquement le 04/07/2023 auprès des membres du jury :

Président	M. Abdelmalek	CHERGUI	Prof. ENP, Alger
Promoteur	M. Yacine	KERCHICH	Prof. ENP, Alger
Co-Promoteur	M. Saber	BENYOUB	Expert E&S. SGA
Examinatrice	Mme. Naima	DJELLOULI	MCB. ENP, Alger

ENP 2023

10, Avenue des Frères Oudek, Hassen Badi, BP. 182, 16200 El Harrach, Alger, Algérie.
www.enp.edu.dz

Dédicace

“

À Tous ceux qui m'ont aidé.

Merci.

”

- Younes

Remerciements

Je tiens à exprimer mes plus sincères et respectueux remerciements à mes encadrants, *M. Saber BENYOUB* et *M. Yacine KERCHICH*, pour leur encadrement tout au long de mes travaux de mémoire. Leur guidance éclairée, leurs conseils judicieux et leur expertise précieuse ont été d'une importance capitale. Je suis profondément reconnaissant envers eux pour leur soutien indéfectible tout au long de la phase expérimentale et pour leur accompagnement dans la rédaction de ce mémoire.

J'adresse également mes chaleureux remerciements à toute l'équipe *BFI* pour leur précieuse contribution et leur assistance. Leur expertise et leur collaboration ont grandement enrichi mes travaux de recherche, je remercie aussi, Mme. *Clare WIMMER* et Mme. *Sarah BOLTON* de m'avoir fourni le logiciel *SIMCLIM*, que sans lui cette modélisation n'aurait jamais pu avoir lieu.

Enfin, je souhaite exprimer ma gratitude à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué directement ou indirectement à l'élaboration de ce mémoire. Leur appui, leur encouragement et leur implication ont été inestimables.

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم المخاطر المرتبطة بتغيرات المناخ على مشروع توسيع مصنع توسيالي للصلب في الجزائر بمنطقة الشهيوية، بطيوقة في ولاية وهران. لتقييم الضعف الذي يعرض المشروع للمخاطر المناخية، تم دراسة سيناريوين: السيناريو SSP2-4.5 والسيناريو SSP1-1.9. تم استخدام هذه السيناريوهات لتوقع المعلومات المناخية مثل درجة الحرارة، الهطول... باستخدام برنامج SIMCLIM. النتائج التي تم الحصول عليها تشير إلى زيادة في الحرارة تصل إلى 3.4 درجة مئوية وفق السيناريو SSP2-4.5، مقابل 1.5 درجة مئوية وفق السيناريو SSP1-1.9. كشفت الدراسة أن الارتفاع المتوقع في الحرارة بنسبة 1.5 درجة مئوية في السيناريو 2 سيتم تحقيقه فقط بمجرد الامتثال (CDN).

كلمات مفتاحية : تغير المناخ، مخاطر المناخ.

Abstract

The objective of this study is to assess the risks associated with climate change on the expansion project of the Tosyali Holding Algeria steel plant in Chehairia, Bethioua, in the Oran province. To evaluate the project's vulnerability to climate risks, two scenarios were examined : the SSP2-4.5 scenario and the SSP1-1.9 scenario . These scenarios were used to predict climate parameters such as temperature, precipitation...using the SIMCLIM software. The results obtained indicate a temperature increase of up to 3.4°C under the SSP2-4.5 scenario, compared to 1.5°C under the SSP1-1.9 scenario. The study revealed that the 1.5°C temperature increase projected in scenario 2 will only be achieved once (NDCs) have been met.

Keywords : Climate change, GHG, SIMCLIM

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer les risques associés aux changements climatiques sur le projet d'extension de l'usine sidérurgique de Tosyali Holding Algérie à Chehairia, Bethioua dans la wilaya d'Oran. Pour évaluer la vulnérabilité du projet aux risques climatiques, deux scénarios ont été étudiés : le scénario SSP2-4.5 et le scénario SSP1-1.9 . Ces scénarios ont été utilisés pour prévoir les paramètres climatiques tels que la température, les précipitations... à l'aide du logiciel SIMCLIM. Les résultats obtenus indiquent une augmentation de la température allant jusqu'à 3.4°C sous le scénario SSP2-4.5, par rapport à 1.5°C sous le scénario SSP1-1.9. L'étude a révélé que l'élévation de la température de 1,5°C prévue dans le scénario 2 ne sera réalisée qu'une fois que les (CDN) auront été respectées.

Mots clés : Changement climatique, GES, SIMCLIM.

Table des matières

Liste des tableaux

Table des figures

Liste des abréviations

Introduction générale	11
1 ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DU PROJET	13
1.1 Introduction	14
1.2 Présentation de la structure d'accueil	14
1.2.1 Présentation du Groupe Société Générale	14
1.2.2 Présentation Société Générale Algérie	15
1.2.3 Présentation de la démarche ESG et les engagements de Société Générale Algérie	16
1.3 Promoteur du Projet	17
1.3.1 Présentation de Tosyali Algérie et du groupe	17
1.3.2 Le personnel	18
1.4 Contexte et objet de la demande de crédit	19
1.4.1 Les investissements de Tosyali Iron Steel Algérie SPA	19
1.4.2 Description du projet	19
1.4.3 Risques clés et facteurs d'atténuation	20
1.5 Conclusion	23
2 ÉMISSIONS, LÉGISLATION ET MÉTHODOLOGIE DE CONTRÔLE	24
2.1 Introduction	25
2.2 Phase de réalisation du projet	25
2.2.1 Rejets atmosphériques	25
2.2.2 Nuisances Sonore	26
2.3 Phase Exploitation	26
2.3.1 Rejets atmosphérique	26
2.3.2 Nuisance Sonores :	28
2.4 Législation nationale	28
2.4.1 Réglementation Sur Les Émissions Atmosphériques	29
2.4.2 Réglementation bruits Et Vibrations :	29
2.5 Méthodologie de contrôle	30
2.5.1 Les émissions atmosphériques	30
2.5.2 Bruit et vibrations	31
3 Changements climatiques	32
3.1 Introduction	33

3.2	Définition	33
3.3	Causes	33
3.3.1	Activités naturelles	33
3.3.2	Activités Humaines	36
3.4	Conséquences du changement climatique	41
3.4.1	Les températures élevées	41
3.4.2	Élévation du niveau de la mer :	41
3.4.3	Biodiversité	42
3.4.4	Santé humaine	42
3.5	Changements climatiques en Algérie	43
3.5.1	Évolution des gaz à effet de serre	44
3.5.2	L'agriculture :	45
3.6	Conclusion	46
4	RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION DES RISQUES LIES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE PROJET	48
4.1	Introduction	49
4.2	Méthodologie :	49
4.3	Région d'étude	50
4.3.1	Environnement socio-économique	51
4.3.2	Contexte climatique	54
4.3.3	Tendance climatique	57
4.3.4	Aléa climatique :	58
4.4	Prévisions climatiques	62
4.4.1	Modélisation à travers le logiciel SIMCLIM :	63
4.4.2	Prévisions des Température :	66
4.4.3	Prévisions des précipitation	70
4.4.4	Prévisions de la vitesse des vents	71
4.4.5	Prévisions du niveau de la mer :	72
4.5	Risques climatiques	74
4.6	CDN et engagement de l'Algérie :	76
4.6.1	Plan d'Action du Gouvernement :	76
4.6.2	Modélisation du changement climatique dans le cas du respect des engagements et des CDN :	77
4.7	Risque d'atténuation et adaptation :	80
4.7.1	Approche verte :	80
4.7.2	Approche grise :	81
4.7.3	Approche douce :	81
4.7.4	Développement de la résilience climatique :	82
	Conclusion et perspectives	83
	Bibliographie	86

Liste des tableaux

2.1	Facteurs d'émissions	27
2.2	Valeurs Limites Des Paramètres Des Rejets Atmosphériques Industriels	29
2.3	Les émissions sonores sont régie par la législation algérienne	29
4.1	Démographie Daïra de Bethioua	51
4.2	Les taux d'occupation et de chômage au niveau du site	51
4.3	Infrastructure du port de Bethioua	52
4.4	Caractéristique du système des routes nationales	53
4.5	Terres agricole par catégorie d'utilisation (2018)	53
4.6	Terres agricole par catégorie d'utilisation (2018)	53
4.7	Ressources en eau potable	54
4.8	Ressources en eau potable	54
4.9	Correspondances entre les scénarios SSP et RCP retenus par le GIEC respectivement dans l'AR6 et l'AR5	62
4.10	Niveaux de réchauffement par scénario et par horizon (en °C, « best estimate »)	63
4.11	Tableau récapitulatif des prévisions climatiques liées à la température pour la wilaya d'Oran	68
4.12	Tableau récapitulatif des projections climatiques liées à la précipitation pour la wilaya d'Oran	71
4.13	Tableau récapitulatif des prévisions climatiques liées à l'élévation du niveau de pour la wilaya d'Oran	74
4.14	Composantes du projet prises en compte dans les descriptions des voies d'impact des risques.	75
4.15	Risques climatiques liés à la température (aiguës et chroniques).	75
4.16	Risques climatiques liés à l'eau (aiguës et chroniques).	75
4.17	Risques climatiques liés au vent (aiguës et chroniques).	75
4.18	Risques climatiques liés à la transition	76
4.19	Tableau comparatif des prévisions climatiques liées à la température pour la wilaya d'Oran sous les deux scénarios	78
4.20	Tableau comparatif des prévisions climatiques liées à la précipitation pour la wilaya d'Oran sous les deux scénarios	78
4.21	Tableau comparatif des prévisions climatiques liées à l'élévation du niveau de mer pour la wilaya d'Oran sous les deux scénarios	80

Table des figures

1.1	Vue de haut de l'usine Tosyali Algérie	18
2.1	Carte des émissions atmosphériques de l'usine	28
3.1	L'effet de serre naturel	34
3.2	Les gaz à effet de serre	36
3.3	Les émissions de GES par secteur au niveau mondial	37
3.4	Répartition des gaz à effet de serre en Algérie, source rapport interne GIZ	44
3.5	Les secteurs d'activités les plus émetteurs de GES en Algérie, source rapport interne GIZ	44
3.6	Evolution du CO2 à la station d'Asskrem	45
4.1	Climatologie observée de la température moyenne 1991-2020 Algérie . . .	55
4.2	Données de température et de précipitations saisonnières de référence pour Oran (1991-2020)	56
4.3	Référence et données saisonnières de vitesse du vent pour Oran (moyenne sur 30 ans)	57
4.4	Données historiques de température moyenne annuelle pour la wilaya d'Oran	57
4.5	Données historiques sur les précipitations moyennes annuelles pour l'Algérie (panneau du haut) et Oran (panneau du bas)	58
4.6	Comparaison des catastrophes naturelles par type au Moyen Orient et en Afrique du Nord de 1980-2010	59
4.7	Classifications actuelles des risques liés à l'eau pour l'Algérie (panneau de gauche) et le site du projet (panneau de droite).	60
4.8	Interface du logiciel	65
4.9	Prévisions des températures moyennes (2020-2100) à la wilaya d'Oran . .	66
4.10	Prévisions des températures minimales moyennes (2020-2100) à la wilaya d'Oran	67
4.11	Prévisions des températures maximales moyennes (2020-2100) à la wilaya d'Oran	67
4.12	Position géographique d'Oran et Naples	68
4.13	Prévisions des températures moyennes (2020-2100) à Naples	69
4.14	Émissions de CO2 (tonnes métriques par habitant) - Italy, Algérie	69
4.15	Prévisions des précipitations moyennes (2020-2100) à la wilaya d'Oran . .	70
4.16	Prévisions de la vitesses des vents (2020-2100) à la wilaya d'Oran	72
4.17	L'élévation du niveau de mer entre 1993-2017	73
4.18	Prévisions du niveau de mer (2020-2100) à la wilaya d'Oran	73
4.19	Prévisions des températures moyennes (2020-2100) à la wilaya d'Oran dans le cas du respect des CDN	77
4.20	Prévisions des précipitations moyennes (2020-2100) à la wilaya d'Oran dans le cas du respect des CDN	78

4.21	Prévisions de la vitesse des vents (2020-2100) à la wilaya d'Oran dans le cas du respect des CDN	79
4.22	Prévisions du niveau de la mer (2020-2100) à la wilaya d'Oran dans le cas du respect des CDN	79
4.23	Réglementation relatives aux rejets atmosphériques	92
4.24	Contrôle des rejets atmosphériques	93
4.25	Réglementation environnemental 1	94
4.26	Réglementation environnemental 2	95
4.27	Valeurs limites des paramètres de rejets atmosphériques	96
4.28	Seuils des rejets atmosphériques par secteur 1	97
4.29	Seuils des rejets atmosphériques par secteur 2	98
4.30	GCM de niveau de mer	100
4.31	L'identification des risques climatiques en 2100 selon le GIEC dans le pire des scénarios	101
4.32	Sensibilité score	102
4.33	Capacité d'adaptation score	103
4.34	Magnitude score	104
4.35	Probabilité score	105
4.36	Confiance GIEC	105

Liste des abréviations

- AFMO** *Afrique, Moyen orient .*
- BFI** *Banque de financement et d'investissement*
- BM** *Bassin méditerranéen .*
- CCNUCC** *Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques.*
- CDN** *Contribution déterminée nationale.*
- CMIP** *Coupled model intercomparison project.*
- CPLE** *Compliance .*
- EIE** *Étude d'impact environnemental .*
- ESG** *Environnemental, Social et Gouvernance.*
- GCM** *General circulation model.*
- GIEC** *Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.*
- ITIE** *L'initiative relative à la transparence des industries extractives.*
- KPI** *Key Indicator Performance.*
- OCDE** *Organisation de coopération et de développement économiques.*
- ODD** *Objectif développement durable.*
- RSE** *La responsabilité sociétale des entreprises.*
- SFI** *Société financière internationale.*
- SGA** *Société Générale Algérie.*
- SLL** *Multi Layer Perceptron.*
- TCFD** *Task Force on Climate Related Financial Disclosures.*
- TISIA** *TOSYALI IRON STEEL INDUSTRY ALGERIE.*
- UE** *Union européenne .*

Introduction générale

Le présent projet de fin d'étude, intitulé "Évaluation du risque du changement climatique dans l'industrie des aciers", revêt une importance cruciale dans le contexte actuel où les enjeux environnementaux et climatiques suscitent une préoccupation grandissante. Ce projet se concentre spécifiquement sur le secteur de l'industrie des aciers, qui joue un rôle majeur dans le développement économique, mais qui est également confronté à des défis majeurs liés au changement climatique. L'objectif de cette étude est de réaliser une évaluation rigoureuse des risques environnementaux et climatiques auxquels est exposée l'industrie des aciers. En examinant les conséquences potentielles du changement climatique sur cette industrie, il vise à identifier les facteurs de risque spécifiques, à évaluer leur impact et à proposer les solutions financières et les mesures d'atténuation nécessaires pour répondre à ces défis et atténuer ces risques. Pour mener à bien cette étude, une collaboration précieuse a été établie entre différentes parties prenantes. En particulier, l'entreprise Tosyali Algérie, distinguée par le prestigieux trophée du meilleur exportateur algérien en 2021, a manifesté un engagement fort envers ce projet. Tosyali Algérie, soucieuse de favoriser l'intégration industrielle en Algérie, s'apprête à se lancer dans la production des aciers plats, ce qui souligne son rôle de leader dans le secteur. De plus, la Société Générale Algérie, acteur financier de premier plan et fervent défenseur de l'environnement et du développement durable, a apporté son soutien à ce projet. Grâce à la convention signée avec l'École Polytechnique d'Alger, Société Générale Algérie met à disposition ses ressources et outils développés dans le domaine de l'évaluation des risques environnementaux et des solutions financières durables. L'expertise des compétences algériennes issues de l'ENP constitue également un atout majeur pour ce projet, car elle garantit une analyse exhaustive et pertinente des enjeux spécifiques à l'industrie des aciers en Algérie. Ce mémoire est structuré de manière à fournir une vue d'ensemble complète et approfondie de la problématique. Ce dernier est divisé en quatre chapitres, chacun abordant des aspects spécifiques :

Le premier chapitre présente l'état de l'art et introduit les structures d'accueil du projet, fournissant ainsi un contexte solide.

Le deuxième chapitre met en lumière la législation algérienne et expose la méthodologie de contrôle des émissions, soulignant l'importance de la conformité aux normes environnementales.

Le troisième chapitre explore en détail le phénomène du changement climatique à l'échelle mondiale et en Algérie, offrant ainsi une compréhension approfondie de son impact sur l'industrie des aciers.

Le quatrième chapitre analyse les paramètres climatiques, environnementaux, socio-économiques, ainsi que les projections climatiques, tout en évaluant les risques inhérents à ces facteurs.

En conclusion, ce mémoire représente une contribution majeure à la compréhension et à la gestion des risques du changement climatique dans l'industrie des aciers. Il offre une synthèse approfondie des enjeux environnementaux et climatiques, tout en proposant des perspectives prometteuses pour de futures recherches.

Ce projet s'inscrit dans une démarche d'action concertée visant à concilier développement économique et préservation de l'environnement, en plaçant la durabilité au cœur des préoccupations de l'industrie des aciers.

Chapitre 1

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DU PROJET

1.1 Introduction

L'Algérie, avec une production totale d'acier de 3,5 millions de tonnes, représente 10,8% de la production des pays arabes, et vise à devenir un exportateur d'excellence à partir de 2025 en assurant une autosuffisance à court terme. Pour cela, il faut miser sur le développement et la transformation des matières premières locales. D'importantes réserves de ces produits restent inexploitées. Selon le ministre, l'exploitation des gisements ouvrira de nouvelles perspectives et opportunités d'exploration, de commercialisation et surtout d'investissements entre l'Algérie et les opérateurs économiques étrangers.

Les gisements d'acier en Algérie :

L'essentiel du potentiel géologique du minerai de fer se situe dans le sud-ouest du pays, contenant 3,5 milliards de tonnes de fer soit 57% de fer. Les gisements sont situés sur les gisements de Mecheri Abdelaziz et Gara Djebilet, à 250 kilomètres à l'est de Tindouf. Dans sa stratégie de développement, le gouvernement a placé ses espoirs dans la mine de Gara Djebilet, dont les réserves sont estimées à 3 milliards de tonnes et dont l'exploitation initiale devrait démarrer en 2022. La capacité de production actuelle est estimée entre 2 et 3 millions de tonnes/an. A partir de 2025, la production du gisement atteindra son rythme de croisière de 12 Mt Fe/an. Couvre la production de toutes les activités de transformation du fer en Algérie.

Les plus grands acteurs d'acier en Algérie :

- "El Hadjar", situé dans la province d'Annaba, le géant public de l'acier, produit actuellement près de 800 000 tonnes de produits sidérurgiques (barres d'armature, câbles pour machines et fer plat). Un deuxième programme de développement sera bientôt lancé, produisant du RDX à l'aide de nouveaux équipements à la fine pointe de la technologie. Les espoirs sont placés sur le complexe, qui vise à atteindre une production de 1.2 million de tonnes/an, sachant qu'en 2022, l'Algérie a exporté environ 500 000 tonnes d'acier soit 1,5 milliard de dollars américains.
- L'aciérie Bellara à El Milia (Jijel) est le résultat d'une coopération fructueuse avec le Qatar, avec une production de 250 000 tonnes déjà sur le marché et une valeur d'exportation d'environ 220 millions de dollars américains en 2022.
- Le complexe Tosyali Algérie, situé à Bethioua (Oran), il a réussi à exporter 571 000 tonnes vers plusieurs marchés à l'international en 2022. Le complexe entend renforcer ses investissements afin d'atteindre une production de plus de 6 millions de tonnes d'acier à l'horizon 2025. Une usine d'acier plat est en cours de construction. Ce projet, avec un coût global avoisinant le 1,5 milliard de dollars verra le jour en 2025. Il a pour objectif d'alimenter les besoins de l'industrie de l'électroménager ainsi que celle de l'automobile. D'une capacité de production annuelle de 2 millions de tonnes, cette nouvelle usine de production engendrera la création de près de 2000 emplois directs. Cette même source a également précisé qu'en termes d'exportation d'acier plat, Tosyali Algérie envisage d'atteindre les 2 milliards de dollars par an.

1.2 Présentation de la structure d'accueil

1.2.1 Présentation du Groupe Société Générale

La Société Générale, fondée le 4 mai 1864, est l'une des plus anciennes banques universelles françaises non mutualistes. En 1871 elle accède au marché des émissions publiques

françaises. A partir de 1894, la banque se structure comme un grand établissement de crédit moderne. Nationalisée en 1945, au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, elle est de nouveau privatisée en 1987. En 1997, le groupe fait l'acquisition du Crédit du Nord et intègre l'activité du réseau la Sogenal. En 1998, la Banque de détail à l'international est créée afin de développer les filiales du groupe en Afrique, au Moyen-Orient et en Outre-mer. Société Générale est aussi une banque de détail à l'international et offre des Services Financiers Spécialisés et Assurances en France et à l'international dans trois principaux métiers :

- La banque de détail en France, avec les enseignes société générale, crédit du nord et boursorama, qui offrent des gammes complètes de services financiers grâce à un dispositif omnicanal à la pointe de l'innovation digitale.
- La banque de détail à l'international, l'assurance et les services financiers aux entreprises, avec des réseaux présents en Europe, en Russie et en Afrique et des métiers spécialisés leaders dans leurs marchés.
- La banque de grande clientèle et solutions investisseurs, avec ses expertises reconnues, positions internationales clés et solutions intégrées.

En 2018, ses travaux se sont concentrés sur trois sujets. Tout d'abord, l'exécution du plan stratégique Transform to Grow : des avancées ont été réalisées sur différents axes prioritaires, combinant initiatives de croissance, transformation des métiers et recentrage du Groupe. Tout en gardant le cap fixé, l'année 2018 a également été marquée par le règlement des litiges : nous avons conclu plusieurs accords avec les autorités américaines et françaises dans l'intérêt de l'entreprise et de ses actionnaires. Enfin, nous poursuivons l'ancrage d'une culture de responsabilité dans la façon dont nous conduisons. Cette année encore, et pour la 6e année consécutive, Société Générale figure dans le cercle restreint des entreprises du CAC 40¹ les plus matures en matière de transformation numérique. L'édition 2019 des Trophées du eCAC 40 classe Société Générale à la première place des banques ayant le mieux négocié le virage du numérique et à la 4e place des entreprises du CAC 40. Société Générale a en outre été récompensée cette année pour la continuité stratégique de sa transformation numérique. Aujourd'hui, elle est présente dans de nombreuses zones géographiques (Europe centrale et de l'est, Russie, bassin méditerranéen, Afrique, Outre-mer et Asie) Elle compte 31 millions de clients (particuliers, professionnels, entreprises et institutions financières) répartis dans 67 pays dont 18 en Afrique, compte 149 000 collaborateurs, de 122 différentes nationalités. Ces filiales du groupe se positionnent parmi les leaders de leur secteur, en Europe et dans le monde entier.

1.2.2 Présentation Société Générale Algérie

Société Générale Algérie, détenue à 100 par le Groupe Société Générale, est l'une des toutes premières banques privées à s'installer en Algérie, soit depuis 2000. Son réseau, en constante extension, compte actuellement 91 agences réparties sur 31 wilayas dont 13 Centres d'Affaires ou Business Centers dédiés à l'activité de la clientèle des Entreprises et une Direction Grandes Entreprises. Société Générale Algérie offre une gamme diversifiée et innovante de services bancaires à plus de 450 000 clients Particuliers, Professionnels et Entreprises. L'effectif de la banque est de 1 500 collaborateurs au 31 décembre 2018.

¹L'indice CAC 40 est déterminé à partir des cours des 40 plus importantes capitalisations boursières françaises, correspondant aux 40 entreprises multinationales

Présentation et missions de la BFI

La banque de financement et d'investissement a but de renforcer l'expertise Financements Structurés (FS) d'IBFS et d'aider les implantations à répondre aux besoins croissants de leurs clients sur les sujets FS, la ligne métier SFG (Structured Finance Group) au sein de la Business Unit AFMO s'organise en 3 Plateformes Régionales basées à :

- Abidjan pour la région Afrique Subsaharienne
- Casablanca pour la région Maroc
- Alger pour la région BM (Algérie, Tunisie, Liban, Jordanie et Chypre)

S'inscrivant dans les orientations Groupe Société Générale et partie intégrante du dispositif commercial dédié au marché Entreprises, BFI assure le développement des financements structurés. La Direction BFI a pour mission d'exercer les activités d'une banque d'affaires au service d'une clientèle sélectionnée d'entreprises, d'institutions financières et d'investisseurs. Elle assure la fonction d'organisation, support et pilotage des financements structurés, à ce titre la BFI assure :

- Financements Structurés : Corporate Finance, Project Finance, Acquisition Finance, LBO², crédits syndiqués en assumant les rôles d'arrangeur chef de file et d'agent.
- Marchés Financiers : Conseil pour les clients éligibles pour lever des fonds sur le marché financier
- Conseil en Fusion Acquisition : Conseil en stratégie de capital, cadre juridique - fiscal, DFI, JV, 51/49, recherche de partenaires, optimisation de la structure du capital, gouvernance et pacte d'actionnaires.
- Expertise Environnementale&Sociale : Analyse et évaluation des risques environnementaux et sociaux, accompagnement des clients sur les sujets E&S basé sur des standards de haut niveau.

1.2.3 Présentation de la démarche ESG et les engagements de Société Générale Algérie

Le secteur de la banque et plus généralement celui de la finance jouent un rôle essentiel dans l'économie. Ils peuvent favoriser le développement d'économies équilibrées et respectueuses de l'environnement. SGA et suivant les orientations du Groupe SG, s'est engagée à une augmentation continue des impacts positifs résultant de ses activités, produits et services, c'est pourquoi SGA est la première banque de la place à avoir mis en place un dispositif de gestions des risques environnementaux et sociaux et à proposer une palette de produits ESG-based. La démarche ESG de SGA consiste à faire adhérer le maximum d'entreprises à une finance durable et responsable. L'équipe ESG s'engage à fournir au client :

- Client E&S Advisory : Du conseil pour maximiser l'impact positif et minimiser l'impact négatif des activités de nos clients et optimiser le rating ESG.
- Transaction E&S Advisory : Fournir un accompagnement E&S proactif pour maximiser l'impact positif et minimiser l'impact négatif des transactions et des projets.
- Impact-based Finance : Modèle de financement basé sur la Finance Durable et à Impact Positif afin d'atteindre les objectifs de développement durable.

²Le leveraged buy-out (LBO) ou rachat avec effet de levier est un montage financier permettant le rachat d'une entreprise en ayant recours à beaucoup d'endettement.

1.3 Promoteur du Projet

1.3.1 Présentation de Tosyali Algérie et du groupe

TOSYALI ALGERIE appartient à 80% à la famille TOSYALI et 20% à la famille TOPCUOGLU mais n'a pas de filiation capitalistique avec TOSYALI Holding qui est en fait une société sœur (mêmes actionnaires). Ses fondateurs sont des professionnels opérant dans ce même domaine en Turquie depuis 1952, avec une activité industrielle à grande échelle depuis 1994. Le groupe est spécialisé dans l'acier plat dans lequel activent plusieurs sociétés en Turquie et faisant partie de la holding.

Les Tosyali possèdent également des filiales en Angola et au Sénégal avec un même actionnariat/board.

La société TOSYALI IRON STEEL INDUSTRY ALGERIE, est une entreprise spécialisée dans la production sidérurgique. Ses fondateurs sont des professionnels opérant dans ce même domaine en Turquie.

- La société a été créée en 2007 sous la forme d'une société par actions dotée d'un capital social initial de 50.000.000 DA.
- Son capital social a été augmenté après démarrage des opérations d'investissement à 7,5 milliards DA en 2013, à 30 milliards DA en 2016 et à 50 milliards en 2017. Il est constitué en totalité d'apports en devise étrangère.
- Son siège social est sis Cité Khémisti, Rue Millenium Bt "D" 7ième étage – Oran.
- Les actionnaires sont au nombre de sept (07) et sont tous membres de 2 familles d'investisseurs de nationalité turque.
- Les statuts ne font état d'aucun changement de son actionnariat depuis sa création hormis un changement dans la répartition des actions suite à un transfert partiel entre deux actionnaires opéré cette année.
- La société a été créée par ses actionnaires pour promouvoir la réalisation d'un IDE dans un projet sidérurgique dont la première réalisation était un investissement neuf portant sur la construction d'une usine d'aciérie et laminoir pour la production de rond à béton.
- Approbations octroyées par le Conseil National d'Investissement (CNI).



FIG. 1.1 – Vue de haut de l’usine Tosyali Algérie

1.3.2 Le personnel

La société emploie près de 4000 travailleurs à la fin de l’année 2020 avec 500 expatriés comprenant des sidérurgistes et du personnel de management. Les effectifs d’expatriés sont appelés à évoluer d’abord à la hausse avec l’entrée en exploitation des nouveaux investissements puis à la baisse au fur et à mesure du développement de compétence des personnels algériens. Pour cela, la société a mis en place un plan de formation des personnels en poste et des travailleurs à recruter pour les besoins des projets futurs. Ces formations concernent les jeunes recrues provenant de l’Université d’Oran et des Centres de formation professionnelle. Des conventions ont été signées avec ces institutions de formation.

La formation du personnel de production est prise en charge au niveau des usines par les ingénieurs expatriés. Certains techniciens et ingénieurs algériens sont envoyés en formation au niveau des usines des fournisseurs d’équipements des complexes et également au niveau des usines des actionnaires installées en Turquie. Le nouveau projet va créer 2000 emplois directs. Compte tenu de la similarité du nouveau complexe avec l’ancien, le management va transférer une partie des équipes vers le nouveau site et placer les nouvelles recrues dans l’ancien site.

1.4 Contexte et objet de la demande de crédit

1.4.1 Les investissements de Tosyali Iron Steel Algérie SPA

La société TOSYALI IRON STEEL INDUSTRY ALGERIE SPA (TISIA) a réalisé en Algérie plusieurs investissements de production sidérurgique implantés sur un même site de 325 hectares dans la commune de Bethioua dans la ville d'Oran (Ouest Algérien) et formant par leur importance un Pôle Sidérurgique de premier ordre sur le Bassin Méditerranéen. Le site se compose de plusieurs unités complémentaires réalisées au fil de la mise en œuvre progressive des différentes phases du projet dont celle des aciers plats, objets de la présente demande et qui en constitue l'aboutissement. Cette troisième phase fait suite aux deux premières ayant permis depuis 2013 de réaliser deux complexes d'aciers longs (un premier non intégré et un second, en 2018, totalement intégré).

C'est dans l'objectif de compléter la gamme de production que cette troisième phase est lancée. Elle consiste en la réalisation d'un complexe dédié à la production des aciers plats et qui sera, à l'image du second complexe, totalement intégré avec un niveau de mutualisation élevé. En plus de compléter la gamme de produits, cet investissement aura pour objectif d'augmenter la rentabilité dégagé puisque les produits plats se caractérisent par une (plus) forte valeur ajoutée.

Investissements de la première phase (2011 à 2015) :

- Unité aciérie + laminoir Rond à béton capacité 900 000 tonne/ an. Mis en service en 2013.
- Laminoir file machine capacité 700 000 tonnes/an. Mis en service en 2015.

Investissements de la deuxième phase (Complexe DRI d'une capacité de 2,1 Mt/an) (mi-2015 à 2018) :

- Unité d'enrichissement de minerai de fer
- Unité de pelletisation
- Unité DRI
- Aciérie
- Unité auxiliaires
- Unité de laminage avec deux Laminaires
- Unité de production de tube spirale capacité

1.4.2 Description du projet

Pour compléter sa gamme de production et participer à l'intégration industrielle Algérienne (secteur Automobile et Electroménager en grande partie), Tosyali Algérie s'est engagée dans la réalisation d'un nouveau projet d'investissement pour la production des ACIERS PLATS. L'investissement porte sur la réalisation d'un complexe intégré de production, à partir du minerai de fer, de l'acier liquide et toute la gamme d'ACIERS PLATS avec une forte valeur ajoutée. Il s'agit de dupliquer l'usine intégrée réalisée en 2018 pour la production d'aciers longs (phase 2) (voir schéma ci-dessous) à l'exception de l'unité de pelletisation qui sera dans un premier temps mutualisée.

Capacité : La nouvelle usine sera dotée d'une unité de réduction directe de fer (DRI) d'une capacité 2 500 kT/an, d'une aciérie d'une capacité de 2 300 kT/an et de diverses unités de laminage et traitement d'une capacité totale de 2 100 kT/an.

La gamme : La gamme de produits plats sera composée de : Bobines et tôles laminées à chaud / Bobines et tôles laminées à froid / Produits galvanisés / Produits pré-peints / Tubes spirales.

Aval : Transport d'eau, Transport d'hydrocarbures, Industrie automobile, Électroménager, Trains et Tramways, Industrie navale, machines-outils, cuves et réservoirs, Silos, Bâtiment.

Débouchés : Les débouchés locaux représenteront 60% dans un premier temps puis 80% au bout de la quatrième année. La différence représentera les débouchés externes.

Superficie : Le projet sera implanté sur un terrain de 186 hectares dont 172 hectares en concession et 14 hectares, mitoyens, sont détenus en pleine propriété.

1.4.3 Risques clés et facteurs d'atténuation

Risques liés à l'exécution du projet : Comme dans tout projet industriel, il existe un risque de non-exécution ou de retard dans le calendrier de réalisation lié notamment à la qualité/sérieux des fournisseurs, à la capacité du sponsor à mener à terme le projet, l'obtention des différentes autorisations administratives.

Facteurs d'atténuation : Comme indiqué plus haut, ce nouveau projet constitue la phase 3 du projet d'investissement global lancé par la société TISIA. Il est une réplique quasi-exacte du complexe N°02 existant avec des fournisseurs identiques (à l'exception de la partie aval).

Risque opérationnel : Ce risque intervient après la phase de déploiement du projet, il concerne la capacité de l'entreprise à exploiter la nouvelle usine et à assurer un fonctionnement opérationnel optimal.

Facteurs d'atténuation : Une fois le projet implémenté, TISIA dispose du savoir-faire nécessaire pour une exploitation optimale du complexe puisque ce dernier est, comme mentionné plus haut, une réplique du complexe déjà existant et totalement opérationnel. La famille Tosyali dispose d'une expérience de plus de 50 ans dans le domaine de la production sidérurgique en Turquie sur la base de laquelle la création de TISIA a été réalisée en Algérie avec succès.

Risque commercial (risque de marché) : Il s'agit du risque que les produits ne puissent pas être écoulés sur le marché pour des raisons internes (de conformité, qualité ou prix) ou externes (taille du marché, fluctuations de la demande, logistique).

Facteurs d'atténuation : Concernant le marché local, les risques sont relativement limités dans la mesure où la demande d'aciers plats en Algérie est satisfaite à 90% par l'importation. Les produits de TISIA viendront donc en substitution. La taille du marché est estimée à +/- 1,5Mt. La concurrence est également relativement faible puisqu'il n'y a que deux autres sidérurgistes sur le marché, à savoir le complexe public Sider El Hadjar dont la capacité est limitée à 1 Mt et qui fait face à de multiples difficultés structurelles et, d'autre part, le complexe AQS Bellara dont la capacité est de 2 Mt et produisant des aciers longs uniquement.

Concernant les débouchés à l'exportation, TISIA bénéficie d'avantages comparatifs importants lui permettant d'être très compétitifs à l'international. Parmi ces éléments :

- Très haut niveau d'intégration de la production (pratiquement toute la chaîne de valeur).
- Coût de la main d'œuvre relativement faible par rapport à d'autres producteurs dans le monde.
- Faiblesse du Dinars favorisant les exportations.
- Positionnement géographique favorisant l'exportation.
- Coût de l'énergie : accès à une énergie très bon marché (électricité et gaz parmi les moins chers au monde) avec des contrats long terme (10 ans). L'énergie est le deuxième intrant le plus important dans l'activité sidérurgique après le minerai de fer.

Risque de change Les équipements liés au projet seront importés et payés en devise étrangère. L'entreprise devra donc supporter un risque potentiel de perte de change.

Risque ESG (enjeux environnementaux, sociaux et de gouvernance) Comme tout projet industriel, il existe un risque d'impact sur l'environnement tant en phase de mise en place de l'usine que durant son exploitation. Cette transaction rentre dans le cadre des Principes de l'Équateur, nécessitant donc une due diligence E&S poussée.

Politique groupe Dans le cadre de sa politique de Responsabilité Sociale d'Entreprise, et en tant que signataire des Principes pour une banque responsable, Société Générale et ses filiales (le Groupe) entendent prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux (E&S) et de gouvernance, associés à l'ensemble de leurs activités, pour mieux maîtriser l'impact et promouvoir les bonnes pratiques, dans un objectif d'amélioration continue. Le Groupe a publié des principes généraux E&S qui définissent le cadre global de son système de gestion des risques E&S pour un engagement responsable dans le cadre de ses activités bancaires et financières. Dans ce cadre, le Groupe a élaboré des déclarations transversales abordant les enjeux communs à tous les secteurs dans lesquels il est présent, ainsi que des politiques sectorielles qui ciblent certains secteurs plus sensibles d'un point de vue ES et dans lesquels le Groupe joue un rôle actif.

Le Groupe fournit toute une gamme de produits et services bancaires et financiers au secteur métallurgique. Dans de nombreux pays, et en particulier dans les pays en développement ou émergent, l'exploitation des ressources naturelles joue un rôle essentiel dans le développement économique. Le Groupe reconnaît cependant l'importance des risques et impacts E&S associés à ces activités. Les activités liées à l'exploitation minière peuvent impacter des communautés locales et être situées dans des lieux isolés, des milieux naturels ou dans des pays à faible gouvernance. Par ailleurs, les activités d'extraction minière peuvent avoir un impact préjudiciable sur l'environnement. Pour autant, l'exploitation de ressources naturelles minières est vouée à jouer un rôle majeur dans la transition énergétique en raison de l'importance des minerais critiques dans le développement d'une économie numérique peu carbonée. Le Groupe souhaite rester un partenaire de référence pour ses clients du secteur métallurgique, tout en s'assurant que son soutien est donné de manière responsable et réfléchi. C'est pourquoi le Groupe entend respecter les standards E&S les plus stricts concernant son offre de produits et services bancaires et financiers.

Risques ESG liés au secteur d'activité : Une liste non exhaustive des risques E&S et de gouvernance pris en compte par Société Générale dans son système de gestion des risques figure dans les principes généraux E&S. Lors de l'évaluation de l'activité des entreprises opérant dans le secteur Métallurgique, les risques suivants font l'objet d'une attention particulière :

- Impacts sur les milieux naturels et les zones protégées pour des raisons écologiques ou culturelles.
- Importante consommation d'eau pour la valorisation des minerais, ce qui peut réduire la disponibilité et/ou affecter la qualité de l'eau pour les utilisateurs en aval et les pêcheurs.
- Déversement de résidus miniers dans les rivières et dans les fonds marins ou risques de drainage minier acide.
- Développement de technologies permettant l'exploitation minière en eaux profondes.
- Émissions de gaz à effet de serre.
- Pollutions environnementales collatérales comme le trafic de poids lourds ou la construction de routes pour permettre ce trafic.
- Provisions financières inadéquates pour la réhabilitation des sites miniers après fermeture.
- Augmentation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs et/ou fréquence élevée d'accidents, notamment lors de l'exploitation de mines souterraines.
- Risques de travail des enfants ou de travail forcé.
- Impacts sur les populations locales et mécanisme de réclamations inadapté.
- Impacts sur les populations autochtones ou sur les terres qu'elles utilisent.
- Opérations dans des zones de conflit social et/ou de déploiement de forces armées en vue d'assurer la sécurité des opérations.

L'Évaluation E&S Lors de l'évaluation E&S d'une entreprise cliente opérant dans le secteur Minier, le Groupe prend en compte les critères suivants :

L'entreprise cliente a des mesures de gestion des risques E&S en place, proportionnées à son impact sur l'environnement et la société, notamment en matière de :

- Santé et sécurité.
- Gestion des résidus.
- Impacts sur la biodiversité.
- Impacts sur les droits humains, avec une attention particulière portée au travail des enfants et au travail forcé, tels que définis dans les conventions de l'Organisation Internationale du Travail et, si applicable, à la gestion des impacts sur les populations autochtones.
- Dialogue avec les parties prenantes locales.

Lorsqu'elle opère en zones de conflit et dans des régions à haut risque, l'entreprise cliente a mis en œuvre les mesures nécessaires garantissant une gestion responsable des relations avec les forces de sécurité publiques ou privée

1.5 Conclusion

Il est de plus en plus évident que les banques accordent une attention croissante à l'aspect extra financier et à l'urgence climatique. Face à l'ampleur des défis posés par le changement climatique, les institutions financières ont réalisé que leur rôle ne se limitait pas à la simple fourniture de services bancaires traditionnels, mais qu'elles devaient également prendre en compte les conséquences sociales et environnementales de leurs activités.

Le groupe Société Générale et sa filiale Société Générale Algérie reconnaissent l'importance de l'intégration des critères environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) dans leurs décisions d'investissement et de prêt. Ils comprennent que les entreprises et les projets qui prennent en compte les enjeux climatiques et qui adoptent des pratiques durables sont plus susceptibles de prospérer à long terme.

De plus, le groupe SG a également conscience des risques financiers associés au changement climatique. Le groupe a conscience que les événements météorologiques extrêmes, la raréfaction des ressources naturelles et les réglementations plus strictes peuvent avoir un impact significatif sur la stabilité économique et la rentabilité des entreprises.

Ainsi, le groupe adopte de plus en plus des politiques internes visant à promouvoir la durabilité et à réduire leur propre empreinte carbone. Il développe des produits financiers verts, tels que des prêts et des obligations vertes, pour soutenir les initiatives climatiques. De plus, SG encourage leurs clients à adopter des pratiques durables en offrant des incitations financières, des conseils en matière d'investissement responsable et des mesures incitatives pour la transition vers des modèles d'affaires durables.

En fin de compte, l'engagement croissant des banques envers l'aspect extra financier et le climat reflète une évolution majeure dans le secteur financier. Cela démontre leur volonté d'être des acteurs clés dans la transition vers une économie durable et résiliente. À travers leurs décisions et leurs actions, les banques peuvent contribuer de manière significative à la préservation de l'environnement, à la lutte contre le changement climatique et à la création d'un avenir plus viable pour les générations futures.

Chapitre 2

ÉMISSIONS, LÉGISLATION ET MÉTHODOLOGIE DE CONTRÔLE

2.1 Introduction

Le respect de la législation est un aspect essentiel de toute entreprise qui vise à opérer de manière responsable et durable. Cela est particulièrement vrai pour des entreprises telles que Tosyali Algérie, qui jouent un rôle clé dans l'industrie sidérurgique du pays. En respectant scrupuleusement la législation en vigueur en Algérie, L'entreprise démontre son engagement envers la protection de l'environnement, la santé et la sécurité des travailleurs, ainsi que sa contribution à l'économie nationale.

Tosyali Algérie est une entreprise qui opère dans le secteur de la sidérurgie en Algérie, participant ainsi au développement économique du pays et à la création d'emplois locaux. La législation en matière de sidérurgie fixe des normes strictes concernant les procédés de production, les émissions atmosphériques, la gestion des déchets, la protection de l'eau et bien d'autres aspects. En respectant ces lois et réglementations, L'entreprise s'assure de mener ses activités de manière responsable, en minimisant les impacts négatifs sur l'environnement et en protégeant la santé et la sécurité de ses employés. L'industrie sidérurgique peut avoir des conséquences potentielles sur la qualité de l'air, l'eau et les sols. En se conformant aux normes environnementales en vigueur, Le leader d'acier met en place des mesures de contrôle des émissions atmosphériques et de gestion des déchets, réduisant ainsi l'impact de ses activités sur les ressources naturelles et les écosystèmes environnants. Les lois en matière de santé et de sécurité au travail établissent des normes pour la prévention des accidents, la formation des employés, l'utilisation d'équipements de protection individuelle et d'autres mesures visant à garantir des conditions de travail sécuritaires. En conclusion, le respect de la législation par Tosyali Algérie est un aspect essentiel de son engagement envers la durabilité et la responsabilité. Cet engagement illustre la volonté de ce dernier de contribuer de manière positive au développement économique de l'Algérie tout en respectant les principes du développement durable.

La société TOSYALI HOLDING ALGERIE SPA réalisera un suivi adéquat de l'évolution de la législation algérienne. Ce type de protocole interne assurera que l'ensemble des variations ayant une portée potentielle sur les opérations de la société.

2.2 Phase de réalisation du projet

2.2.1 Rejets atmosphériques

Des dégagements de poussières dus au trafic du chantier, à la manutention des produits de carrières et aux travaux de constructions peuvent avoir lieu et causer des gênes pour notamment les ouvriers puisque les riverains presque inexistant au niveau du site. La pollution de l'air sera au maximum pendant la phase de construction, en raison de la forte émission de poussières engendrées par la circulation des engins, l'ouverture des pistes et l'ouverture des tranchés, surtout en période sèche et dans les régions sahariennes.

Les émissions de poussières ne seront perceptibles qu'à environ 100m du lieu du chantier. La couverture végétale, même clairsemée est essentielle pour la stabilité du sol et réduit sensiblement la vitesse du vent près du sol. En plus des poussières, il faut signaler également que le trafic des engins engendre un dégagement de gaz tels que les CO_x et CO_x. Ces gaz résultent généralement de la combustion incomplète de carburant "gasoil", ils agissent sur la santé des ouvriers, riverains et sur les espèces végétales et animales qui

vivent à proximité du site. Cependant la dilution de ces gaz en atmosphère est plus au moins rapide vu qu'il s'agit d'un milieu ouvert.

2.2.2 Nuisances Sonore

En phase de construction, les nuisances sonores sont dues essentiellement à la mobilisation d'engins lourds (trax, pelles mécaniques, bulldozer, camions, etc..) et peuvent occasionner une gêne pour notamment les ouvriers et non aux riverains puisqu'il y'en a pas au niveau du tracé du projet qui nous occupe. L'utilisation des engins durant la période de chantier engendre une nuisance sonore importante. Rappelant qu'à l'état neuf, le niveau sonore des engins d'une puissance comprise entre 200 et 300 CV est de l'ordre de 83 dB (A) à 7mètres. Le niveau sonore s'atténue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du lieu de fonctionnement Le bruit provoque des nuisances sur les ouvriers du chantier et se manifeste par :

- Une fatigue et déconcentration.
- Une diminution de la capacité d'attention globale.
- Une augmentation du risque d'accident de travail.

Quelques précautions sont à même de limiter les impacts du chantier et de faciliter la "cicatrisation" des lieux :

- Circonscrire et limiter au maximum la circulation des engins, le piétinement, les dépôts de matériaux, matériels...
- Limiter le déplacement des machines aux aires de travail et aux accès balisés.
- Les déblais et remblais devront être stabilisés, drainés et replantés quand cela est requis et possible, exclusivement à l'aide d'espèces locales.
- Maintenir les véhicules de transport en bon état de fonctionnement afin d'éviter les fuites d'huile, de carburant.

2.3 Phase Exploitation

2.3.1 Rejets atmosphérique

Les sources d'émissions atmosphériques du site seront de deux sortes :

1. Les installations de combustion.
2. Les extractions d'ambiance d'ateliers et celles directement liées aux procédés.

Les substances émises seront alors les gaz de combustion pour la première et des COV et des poussières pour la seconde.

Les installations de combustion

Les installations de combustion du site de TOSYALI HOLDING STEEL ALGÉRIE seront au nombre des fours énumérés supra. Leurs principales caractéristiques sont reportées dans le tableau suivant.

TAB. 2.1 – Facteurs d'émissions

Combustible	Facteurs d'émission			
	SO2	NO2	N2O	CO2
GAZ NATUREL	g/Mwh-%	g/GJ	g/GJ	g/GJ
	0,19	60	2,5	57000

L'impact des émissions atmosphériques selon les composés émis par les futures installations de combustion est :

Le dioxyde de soufre (SO₂) et les poussières sont des polluants primaires émis directement par les sources de pollution dont les pointes sont observées quand les capacités de dispersion sont plus faibles (atmosphère très stables et vent nul) lors des grands anticyclones hivernaux. Le dioxyde de soufre, en association avec les particules en suspension, peut devenir un irritant respiratoire pour les catégories d'individus sensibles. Les particules peuvent également avoir des propriétés mutagènes et cancérigènes.

Les oxydes d'azote (NO₂) peuvent aussi représenter un risque respiratoire pour les populations sensibles mais sont des polluants mixtes puisque, émis directement, ils peuvent provenir d'autres polluants primaires (le monoxyde d'azote) par réaction photochimique. Les pointes peuvent se produire aussi bien en hiver qu'en été. Les oxydes d'azote, en présence de divers autres constituants (hydrocarbures en particulier) lorsque la température et le rayonnement solaire sont élevés, sont à l'origine de pointes d'ozone troposphérique issus des transformations photochimiques.

Le gaz carbonique (CO₂), produit naturel de toute combustion, est le premier gaz incriminé en matière d'effet de serre. La présence de certains gaz dans l'atmosphère engendre un "effet de serre" qui provoque son réchauffement. Ces gaz absorbent en effet les rayonnements renvoyés par la surface de la terre. Le rayonnement n'est donc pas dissipé dans l'espace, ce qui provoque un réchauffement de l'atmosphère. Le réchauffement de l'atmosphère.

Les installations de combustion fonctionneront au gaz naturel, combustible le moins pénalisant du point de vue des nuisances environnementales associées à son utilisation. Ces fours seront régulièrement entretenues et contrôlées en continu pour les paramètres suivants : NOX, l'O₂ et le CO. Ces mesures permettront de diminuer l'impact lié à leurs effluents et de rester en conformité avec la réglementation applicable à ces installations : l'Arrêté du 20 juin 2002. De même, les rejets des fumées se feront selon les dispositions réglementaires (hauteur et vitesse d'éjection) requises de façon à assurer une dispersion correcte.

Émissions de COV

Outre les propriétés toxiques ou cancérigènes de certains COV, ces substances représentent une préoccupation importante en matière de pollution photochimique. Ils interviennent dans la production d'ozone dans la basse atmosphère, notamment par réaction

avec les oxydes d'azote sous l'action des ultraviolets. Ce phénomène ne doit pas être confondu avec le "trou d'ozone" qui affecte la haute atmosphère. En dehors des émissions diffuses, plutôt réduites pour des installations neuves, seuls les rejets d'hexane au niveau de l'atelier d'extraction seront susceptibles compte tenu des tonnages de graine traitée, d'être émis en quantité importante.

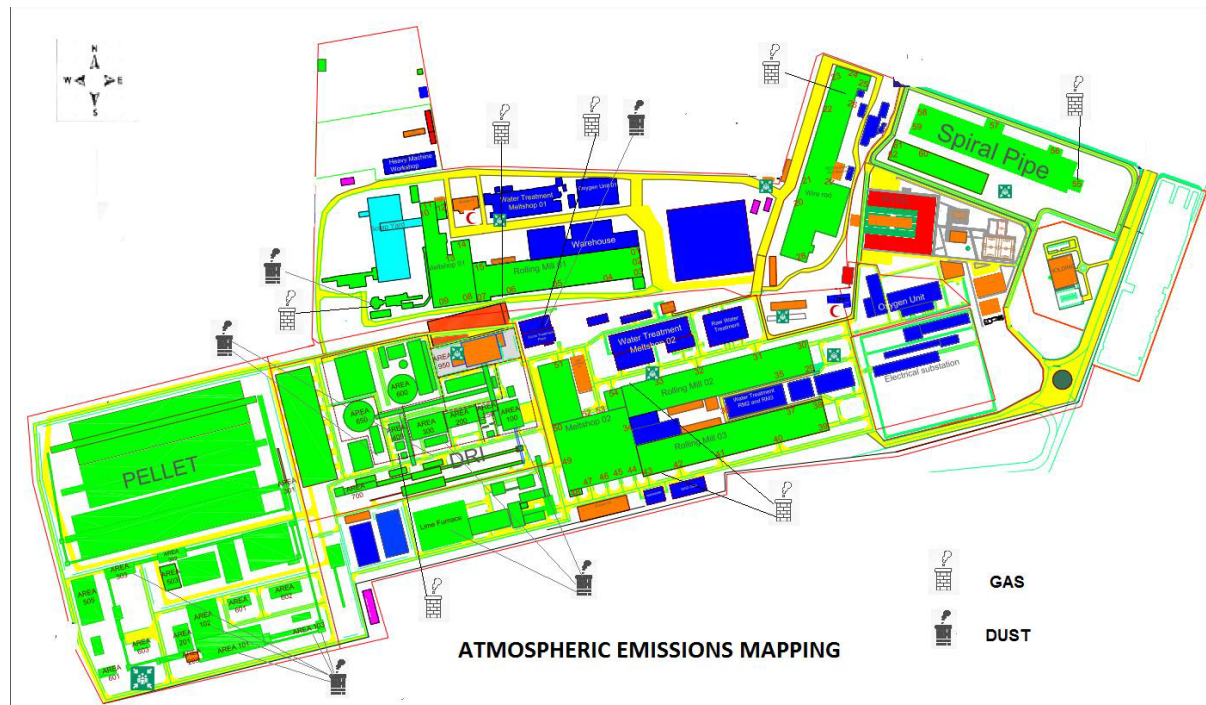


FIG. 2.1 – Carte des émissions atmosphériques de l'usine

2.3.2 Nuisance Sonores :

Tous les équipements sont conçus de façon à générer le moins de bruit possible tels que support antivibratoire, capotage ...etc., et que le niveau de bruit émis soit inférieur à 60 à 70 DB.

2.4 Législation nationale

Le référentiel législatif et réglementaire utilisé pour les besoins de cette étude porte sur les points ci-dessous et représenté par les textes ci-après :

- L'environnement et le développement durable.,
- L'aménagement du territoire et l'urbanisme.
- La protection du littoral.
- Les risques majeurs.
- La gestion de l'eau.
- La santé publique.

Cette variété d'instruments législatifs est exigée à travers des :

- Conventions et accords internationaux.
- Lois et ordonnances.
- Décrets (présidentiel, législatif et exécutif).

- Ordres.
- Décisions et circulaires.
- Délibérations de l'autorité locale (Wilaya).
- Décisions individuelles.
- Communications annonces et options.

2.4.1 Réglementation Sur Les Émissions Atmosphériques

TAB. 2.2 – Valeurs Limites Des Paramètres Des Rejets Atmosphériques Industriels

Valeurs Limites Des Paramètres Des Rejets Atmosphériques Industriels		
Valeurs	Nouvelles	Anciennes
Poussières totales	50	100
Oxyde de soufre (exprimés en dioxyde de soufre)	300	500
Oxyde d'azote (exprimés en dioxyde d'azote)	300	500
Protoxyde d'azote	300	500
Chlorure d'hydrogène et autres composés inorganiques gazeux du chlore (exprimé en HCL)	50	100
Fluore et autres composés inorganiques du fluore (gaz, vésicule et du particule), (exprimé en HF)	10	20
Composé organique volatils (Rejet total de composés organique volatils à l'exclusion du méthane)	150	200
Métaux et composés de métaux (gazeux et particulaires)	5	10
Rejet de cadmium, mercure et thallium et de leurs composés	0,25	0,5
Rejets d'arsenic, sélénium et tellure et de leur composés autres que se visés parmi les rejets de substances cancérigènes	1	2

2.4.2 Réglementation bruits Et Vibrations :

Les émissions sonores sont régies par le décret n° 93-184 du 27 juillet 1993 de la loi 83-03[40, 41].

TAB. 2.3 – Les émissions sonores sont régie par la législation algérienne

Désignations	Tranches horaires	
	6h à 22h	22h à 6h
Zones		
Habitation, Voies et lieux publics et privés	70 dbA	45 dbA
Proximité d'hôpitaux, d'établissements scolaires et aires de repos	45 dbA	40 dbA

Les établissements, les locaux affectés au travail, leurs dépendances et leurs annexes doivent répondre aux nécessités suivantes :

- Garantir la protection contre les fumées, vapeurs dangereuse, gaz toxiques, bruits et toutes autres nuisances.
- Éviter les encombrements et surcharges.
- Garantir la sécurité des travailleurs lors de leur circulation, pendant la mise en marche des engins et moyens de manutention, et pendant la manipulation des matières, matériaux, produits, marchandises et tout autre objet.
- Assurer les conditions nécessaires afin de prévenir toute cause d'incendie ou d'explosion ainsi que pour combattre l'incendie d'une façon rapide et efficace.

- Placer les travailleurs à l'abri du danger et assurer leur évacuation rapide en cas de danger ou de sinistre.

2.5 Méthodologie de contrôle

Le procédé de fabrication de fer et d'acier génère d'importantes quantités d'eaux usées et d'émissions atmosphériques, ce qui pourrait donner lieu à de sérieux problèmes de dégradation de l'environnement.

Prélèvement, Mesures et Analyse des Effluents gazeux :

- Oxyde de soufre principalement SO₂ et d'azote NOX.
- Poussières (y compris les métaux lourds).
- Indice de pollution : CO, CO₂.

Dans la sidérurgie, les sources d'émission de particules les plus importantes sont les fours à arc électrique et les fours de préchauffage.

2.5.1 Les émissions atmosphériques

Phase préparatoire

- Visite sur site.
- Définition des points de prélèvement selon l'objectif de mesure.
- Analyse des procédés, des activités et processus.
- Réalisation du Plan d'échantillonnage.
- Inventaire des substances (Agents chimiques dangereux, ...)
- Définition de la stratégie : analyse en continue ou par prélèvement d'échantillon à analyser au laboratoire.

Analyse par prélèvement d'échantillon :

Prélèvements selon le plan d'échantillonnage et les méthodes validées puis réalisation des analyses selon les méthodes d'essai au laboratoire.

Mesure en continue sur site :

Analyses en continu : Suivi cinétique des concentrations des composés et corrélation des résultats obtenus avec les phases de production.

Phase Post-Analytique

Exploitation et interprétation des résultats :

- Traitement des données ;
- Interprétation des résultats avec des conclusions sur la conformité par rapport aux seuils fixés par la réglementation.
- Modélisation et étude de dispersion atmosphérique.

Livrable

- Rapport d'analyse avec interprétation par rapport aux exigences légales.
- Cartographie de dispersion.
- Présentation et commentaire des résultats
- Élaboration d'une proposition de valeurs limites de rejets.

2.5.2 Bruit et vibrations

Caractéristiques du bruit

- Un bruit se définit selon différents paramètres :
- Sa fréquence : s'exprime en « hertz – Hz » et correspond à la hauteur de ce bruit [sons graves, sons médiums ou sons aigus].
- Son niveau d'intensité : s'exprime en « décibels - dB » et correspond à la quantité de bruit [niveaux faibles ou niveaux élevés].
- La durée d'exposition du salarié correspond à une journée de travail habituelle d'environ 8h.

Réglementation

- Décret exécutif n 93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits (annexe).

La méthodologie d'évaluation des risques :

- L'analyse du poste de travail
- Les mesures au poste de travail
- L'interprétation des résultats
- Élaboration de la Cartographie de bruit

Les résultats du traitement des mesures nous permettront de faire des recommandations pour la mise en place d'actions pour la réduction du risque bruit.

Chapitre 3

Changements climatiques

3.1 Introduction

Ce chapitre consacré au changement climatique constitue une étape essentielle dans la compréhension des enjeux environnementaux majeurs, avec un accent particulier sur l'Algérie. Le changement climatique est un phénomène qui a des répercussions significatives à l'échelle locale et nationale. Dans cette section, nous aborderons d'abord le changement climatique dans son ensemble, en examinant les causes, les conséquences et les défis mondiaux qu'il pose. Ensuite, nous nous concentrerons sur l'impact du changement climatique en Algérie, en analysant les spécificités du climat local, les vulnérabilités auxquelles le pays est confronté et les mesures d'adaptation et d'atténuation mises en œuvre.

3.2 Définition

Le changement climatique se réfère à l'évolution à long terme des conditions climatiques de notre planète, englobant les variations complexes et interconnectées des paramètres atmosphériques, océaniques et terrestres. Il résulte de l'interaction dynamique entre des facteurs naturels et anthropiques, impliquant des processus géophysiques, biogéochimiques et socioéconomiques à différentes échelles spatio-temporelles. À l'échelle mondiale, le changement climatique est principalement causé par l'accumulation croissante de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, résultant de l'activité humaine, notamment la combustion des combustibles fossiles, la déforestation, l'agriculture intensive et les processus industriels. Ces émissions anthropiques perturbent le bilan radiatif de la Terre, piégeant davantage de chaleur et conduisant à un réchauffement global. Les mécanismes du changement climatique sont complexes et multifactoriels.

Les gaz à effet de serre, tels que le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N_2O), agissent comme des absorbants thermiques, retenant la chaleur émise par la Terre. Cette rétention accrue de chaleur provoque un réchauffement progressif de l'atmosphère et des océans, perturbant les schémas climatiques traditionnels.

3.3 Causes

Le réchauffement climatique est un phénomène complexe qui est largement causé par les activités humaines et qui a des conséquences significatives sur notre planète. Les causes du réchauffement climatique sont toutefois liées à l'activité humaine, mais il y a aussi des cas naturels qui peuvent causer le réchauffement climatique.[1, 2]

3.3.1 Activités naturelles

Variations de l'activité solaire

La quantité totale de rayonnement solaire varie très légèrement, seulement de $1,3 \text{ W/m}^2$. Cette variation est liée au nombre de taches solaires, qui sont des zones plus sombres à la surface du soleil. Les taches solaires se forment là où un champ magnétique intense affaiblit le flux de gaz transportant l'énergie thermique depuis l'intérieur du soleil. Les taches solaires apparaissent sombres car leur température est plus basse que celle des

régions environnantes. Environ tous les 11 ans, le nombre de taches solaires passe d'un maximum à un minimum. Pendant les périodes actives des taches solaires, le soleil émet légèrement plus de rayonnement. Les taches solaires suppriment la chaleur, qui se propage ensuite aux zones environnantes, les rendant plus lumineuses que la normale et émettant davantage de chaleur. Bien que plus de taches solaires puissent contribuer à un climat mondial plus chaud, moins de taches solaires semblent être associées à un climat mondial plus frais.[3]

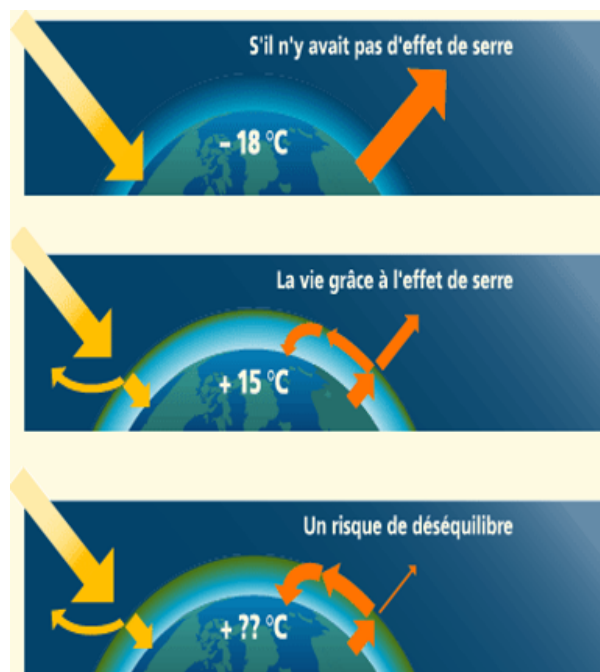


FIG. 3.1 – L'effet de serre naturel

Cycles de Milankovitch

À l'échelle de centaines de milliers d'années, les climats subissent des variations en raison des oscillations périodiques de l'orbite terrestre autour du soleil, connues sous le nom de cycles astronomiques ou cycles de Milankovitch.

Le soleil représente la principale source d'énergie entrante sur Terre ; cette énergie solaire, appelée insolation, contrôle le système énergétique qui alimente le climat de notre planète. Les modèles climatiques indiquent qu'un léger changement dans la quantité de chaleur retenue provenant du soleil peut avoir des répercussions durables sur la température terrestre. Étant donné que la quasi-totalité de l'énergie atmosphérique de la Terre provient du soleil, il est logique que la position et l'orientation de notre planète par rapport à celle-ci influencent le climat.

L'orbite de la Terre autour du soleil n'est pas parfaitement circulaire, mais plutôt elliptique. Par conséquent, la distance entre la Terre et le soleil varie au cours de son trajet annuel. De plus, l'axe de rotation de la Terre, qui s'étend d'un pôle à l'autre, n'est pas perpendiculaire au plan de l'orbite solaire. Actuellement, cet axe est incliné d'environ $23,5^{\circ}$. Cette inclinaison est responsable des saisons, qui sont vécues différemment selon les régions du monde. Par exemple, lorsque l'hémisphère nord est incliné vers le soleil, il est été dans cette partie du globe, tandis que lorsque la Terre se trouve de l'autre côté de son orbite et que l'hémisphère sud est incliné vers le soleil, c'est l'été dans l'hémisphère sud.

L'orbite de la Terre subit également des changements à plus long terme. Les cycles de Milankovitch décrivent comment la position de la Terre évolue au fil du temps, suivant des schémas prévisibles d'alternance de proximité et d'angle par rapport au soleil, et ont ainsi un impact sur le climat [4].

Les éruptions volcaniques :

Ils sont responsables de la libération de roche en fusion, ou magma, depuis les profondeurs de la Terre, formant ainsi de nouvelles roches à la surface de la Terre. Cependant, les éruptions ont également un impact sur l'atmosphère. Les gaz et les particules de poussière projetés dans l'atmosphère lors des éruptions volcaniques influencent le climat. La plupart des particules éjectées par les volcans refroidissent la planète en ombrageant le rayonnement solaire entrant. L'effet de refroidissement peut durer de quelques mois à plusieurs années, selon les caractéristiques de l'éruption. Les volcans ont également provoqué un réchauffement climatique sur des millions d'années, lors de périodes de l'histoire de la Terre où d'importantes quantités de volcanisme se sont produites, libérant des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Même si les volcans se trouvent à des endroits spécifiques sur Terre, leurs effets peuvent se propager plus largement lorsque les gaz, la poussière et les cendres pénètrent dans l'atmosphère. En raison des schémas de circulation atmosphérique, les éruptions dans les tropiques peuvent avoir un impact sur le climat des deux hémisphères, tandis que les éruptions aux latitudes moyennes ou élevées n'ont d'impact que sur l'hémisphère où elles se produisent [3].

- Particules de poussière et de cendre Les cendres volcaniques ou les particules de poussière libérées dans l'atmosphère lors d'une éruption ombragent la lumière du soleil et provoquent un refroidissement temporaire. Les plus grosses particules de cendre ont peu d'effet car elles retombent rapidement. Les petites particules de cendre forment un nuage sombre dans la troposphère qui ombrage et refroidit la zone directement en dessous. La plupart de ces particules retombent dans l'atmosphère avec les précipitations quelques heures ou jours après une éruption. Cependant, les plus petites particules de poussière parviennent à pénétrer dans la stratosphère et peuvent parcourir de vastes distances, souvent à travers le monde. Ces minuscules particules sont si légères qu'elles peuvent rester dans la stratosphère pendant des mois, bloquant la lumière du soleil et provoquant un refroidissement sur de vastes zones de la Terre.
- Soufre provenant des volcans Souvent, les volcans en éruption émettent du dioxyde de soufre dans l'atmosphère. Le dioxyde de soufre est beaucoup plus efficace que les particules de cendre pour refroidir le climat. Le dioxyde de soufre se déplace dans la stratosphère et se combine avec l'eau pour former des aérosols d'acide sulfurique. L'acide sulfurique crée une brume de petites gouttelettes dans la stratosphère qui réfléchit le rayonnement solaire entrant, provoquant un refroidissement de la surface de la Terre. Les aérosols peuvent rester dans la stratosphère pendant jusqu'à trois ans, transportés par les vents et entraînant un refroidissement significatif à l'échelle mondiale. Finalement, les gouttelettes deviennent assez grosses pour retomber sur Terre.
- Émissions de gaz à effet de serre par les volcans Les volcans libèrent également de grandes quantités de gaz à effet de serre tels que la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone. Les quantités émises lors d'une éruption importante ne modifient pas beaucoup les concentrations mondiales de ces gaz. Cependant, il y a eu des périodes

de l'histoire de la Terre où un volcanisme intense a considérablement augmenté la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère et provoqué un réchauffement climatique à l'échelle mondiale. [5]

3.3.2 Activités Humaines

Émissions de gaz à effet de serre :

Les gaz à effet de serre, tels que le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), le protoxyde d'azote (N_2O) et les chlorofluorocarbones (CFC), sont les principaux responsables du changement climatique. Ces gaz sont libérés dans l'atmosphère principalement par les activités humaines telles que la combustion des combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel) pour la production d'énergie et le transport, la déforestation, l'agriculture intensive et l'utilisation de certains produits chimiques [6]. Cependant la figure Numchap.1 montre deux types de gaz à effet de serre, il y a le naturel qui retient normalement une certaine quantité de chaleur de manière à prévenir des températures de gel extrêmes sur notre planète, tandis que l'effet de serre renforcé par l'activité humaine conduit au réchauffement planétaire. Cela est dû à la combustion de combustibles fossiles qui augmente la quantité de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane et oxydes d'azote) présents dans l'atmosphère [7].

- Le dioxyde de carbone (CO_2) est le gaz à effet de serre le plus abondant. Il est principalement émis par la combustion des combustibles fossiles dans les centrales électriques, les véhicules, les industries et les processus de fabrication. Les autres sources de CO_2 comprennent la déforestation et la combustion de biomasse. Le CO_2 reste dans l'atmosphère pendant des décennies à des siècles, contribuant ainsi aux modifications de l'atmosphère à long terme [7].

Gaz à effet de serre	Formule	PRG	Durée de séjour (ans)
Dioxyde de carbone	CO_2	1	200 (variable)
Méthane	CH_4	25	12,2 +3
Oxyde nitreux	N_2O	298	120
Dichlorodifluorométhane (CFC-12)	CCl_2F_2	6200-7100	102
Chlorodifluorométhane (HCFC-22)	CHClF_2	1300-1400	12,1
Tétrafluorure de carbone	CF_4	6500	50000
Hexafluorure de soufre	SF_6	6500	3200

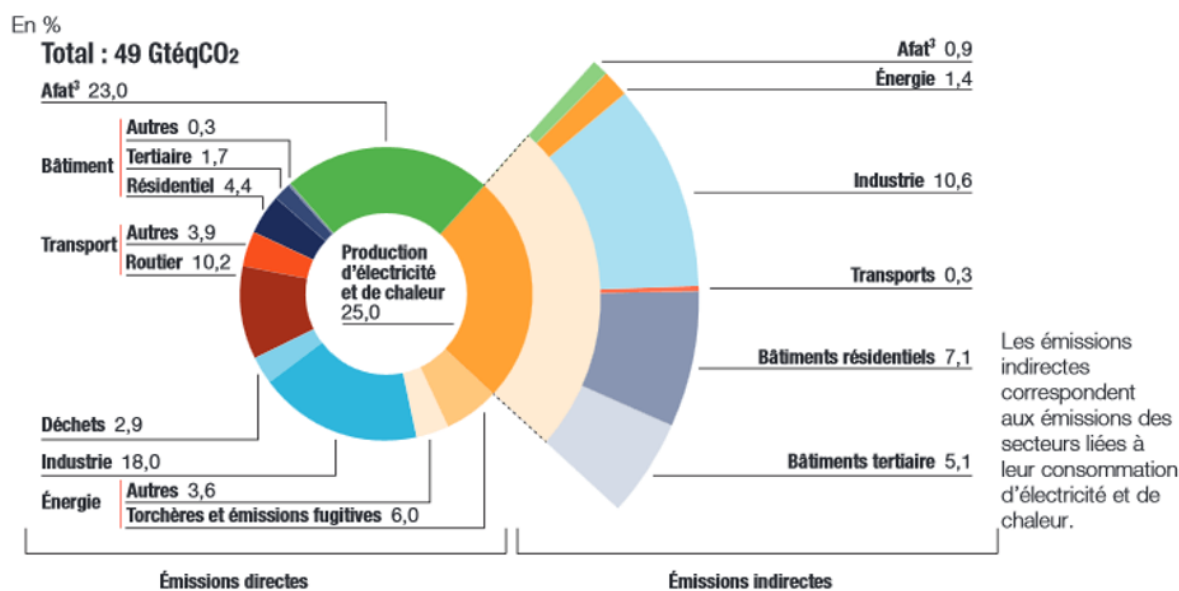
FIG. 3.2 – Les gaz à effet de serre

- Le méthane (CH_4) est un gaz à effet de serre plus puissant que le CO_2 , bien que moins abondant. Il est principalement émis par la production et la distribution de combustibles fossiles, la décomposition des déchets organiques dans les décharges, les rizières, l'élevage intensif et la digestion des animaux. Le méthane a une durée de vie plus courte dans l'atmosphère, mais il est capable de piéger plus de chaleur que le CO_2 sur une période de 20 ans. Par conséquent, il joue un rôle significatif dans le changement climatique à court terme [8].
- Le protoxyde d'azote (N_2O) est principalement produit par les activités agricoles, telles que l'utilisation d'engrais chimiques et la gestion des déchets animaux. Il

est également émis par les processus industriels et la combustion de combustibles fossiles. Le N₂O est un gaz à effet de serre à longue durée de vie qui a un pouvoir de réchauffement global beaucoup plus élevé que le CO₂. Il contribue au réchauffement climatique à long terme et joue également un rôle dans la destruction de la couche d'ozone [8].

- Les chlorofluorocarbones (CFC) étaient autrefois utilisés dans les systèmes de réfrigération, les aérosols et les mousses isolantes, mais leur production a été progressivement interdite en raison de leur impact sur la couche d'ozone. Les CFC ont un potentiel de réchauffement global extrêmement élevé et peuvent rester dans l'atmosphère pendant des décennies, voire des siècles, contribuant ainsi au réchauffement global [8].

La figure 3.3 illustre de manière visuelle la répartition des gaz à effet de serre. Ces gaz jouent un rôle néfaste dans l'aggravation du phénomène du réchauffement climatique à l'échelle mondiale. Ils contribuent de manière continue à l'augmentation de la température de la Terre [7].



3. Afat : agriculture, foresterie et autres affectations des terres.

Source : Giec, 3^e groupe de travail, 2014

FIG. 3.3 – Les émissions de GES par secteur au niveau mondial

Les activités humaines ont considérablement augmenté la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère au cours des dernières décennies, entraînant des changements climatiques significatifs.

Déforestation

La déforestation constitue une cause majeure et préoccupante du réchauffement climatique. Elle désigne le processus de destruction et de disparition des forêts, qui peut résulter de diverses activités anthropiques telles que l'abattage intensif d'arbres à des fins commerciales, l'expansion des activités agricoles, l'urbanisation galopante, l'exploitation minière non durable ou encore les incendies de forêt dévastateurs. Cette pratique entraîne la libération massive de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère, ce qui contribue de manière significative à l'effet de serre et au réchauffement climatique.

Les forêts revêtent une importance cruciale en tant que puits de carbone naturels. Les arbres jouent un rôle essentiel dans la régulation du cycle du carbone en absorbant le CO₂ de l'atmosphère grâce au processus biologique de la photosynthèse. Ce mécanisme complexe permet aux arbres d'utiliser la lumière solaire pour convertir le CO₂ en carbone organique et en oxygène. Environ la moitié de la biomasse des arbres est composée de carbone, ce qui signifie que lorsqu'ils sont coupés ou brûlés, ce carbone est libéré sous forme de CO₂. La déforestation contribue ainsi à une double augmentation des niveaux de CO₂ dans l'atmosphère. D'une part, les arbres, qui agissent normalement comme des réservoirs de carbone, sont éliminés, et d'autre part, la combustion des arbres ou la décomposition de la matière organique libèrent le carbone stocké. Par conséquent, la déforestation est responsable d'environ 15 % des émissions mondiales totales de gaz à effet de serre chaque année.

Les conséquences de la déforestation dépassent largement la simple libération de CO₂. Les forêts abritent une biodiversité exceptionnelle, avec des écosystèmes complexes qui hébergent une myriade d'espèces végétales et animales interdépendantes. De plus, les forêts jouent un rôle crucial dans la régulation des cycles hydrologiques en favorisant l'infiltration de l'eau dans le sol et en régulant les débits des cours d'eau. Elles contribuent également à la protection des sols contre l'érosion, à la stabilisation des pentes et à la prévention des glissements de terrain. De plus, les forêts fournissent des ressources essentielles aux communautés locales, notamment en termes d'alimentation, de bois de chauffage, de médicaments et de revenus issus de l'écotourisme¹

Utilisation des combustibles fossiles

Les combustibles fossiles, à savoir "le charbon, le pétrole et le gaz naturel", constituent des sources d'énergie largement exploitées dans les secteurs de la production d'électricité, du chauffage, des transports et de l'industrie. Cependant, leur combustion entraîne des émissions substantielles de dioxyde de carbone (CO₂) et d'autres gaz à effet de serre, contribuant ainsi de manière significative à l'effet de serre et au réchauffement climatique. Le charbon, en raison de sa forte teneur en carbone, figure parmi les combustibles fossiles les plus émetteurs de CO₂. Lorsque le charbon est brûlé pour générer de l'électricité ou pour des procédés industriels, il libère d'importantes quantités de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

La combustion du charbon présente un potentiel de réchauffement climatique plus élevé que les autres combustibles fossiles en raison de son contenu carboné élevé. Le pétrole constitue également une source majeure d'émissions de gaz à effet de serre. Lorsqu'il est utilisé comme carburant dans les véhicules, les avions, les navires et les machines, le pétrole génère du CO₂, ainsi que d'autres polluants atmosphériques nocifs. Par ailleurs, les activités d'extraction, de raffinage et de transport du pétrole entraînent des émissions supplémentaires de CO₂.

Le gaz naturel, bien qu'il émet moins de CO₂ que le charbon et le pétrole lors de sa combustion, demeure une source significative d'émissions de gaz à effet de serre. Le principal composant du gaz naturel est le méthane (CH₄), un gaz à effet de serre extrêmement puissant, dont le potentiel de réchauffement climatique est environ 25 fois supérieur à celui du CO₂ sur une période de 100 ans. Ainsi, les fuites de gaz naturel pendant son

¹Tourisme centré sur la découverte de la nature, dans le respect de l'environnement et de la culture locale [9] ;

extraction, son transport et son utilisation contribuent de manière substantielle au réchauffement climatique. De plus, l'utilisation des combustibles fossiles dans l'industrie est une source importante d'émissions de gaz à effet de serre. Les processus industriels, tels que la production d'acier, de ciment, de plastiques et d'autres matériaux, requièrent souvent une quantité considérable d'énergie provenant de combustibles fossiles, entraînant ainsi des émissions significatives de CO₂.

Par ailleurs, certains procédés industriels utilisent des gaz à effet de serre puissants, tels que les hydrofluorocarbones (HFC), les perfluorocarbones (PFC) et les hexafluorures de soufre (SF₆), qui contribuent de manière significative à l'effet de serre et au réchauffement climatique [11].

Agriculture intensive

Selon le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) (2013), l'agriculture, la foresterie et le changement d'usage des terres contribuent jusqu'à 25% des émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine. L'agriculture représente une source majeure d'émissions de méthane et d'oxyde nitreux. Outre sa contribution au réchauffement climatique, l'agriculture exerce divers effets néfastes sur l'environnement. Elle est souvent responsable de la déforestation et de la transformation d'écosystèmes naturels en terres agricoles, ce qui altère leur capacité à absorber et stocker le dioxyde de carbone atmosphérique. Ces activités sont interconnectées et ne peuvent être considérées isolément.

Les gaz à effet de serre dans l'agriculture proviennent de différentes sources. Le secteur de l'élevage est responsable à lui seul d'environ 44% des émissions de méthane d'origine humaine, de 53% des émissions d'oxyde nitreux (monoxyde de diazote) et de 5% des émissions de dioxyde de carbone. Le méthane a deux sources principales : les processus digestifs des bovins et des processus fermentatifs similaires dans le fumier animal, ainsi que les rizières, où les conditions anaérobies dues à l'inondation favorisent la production de méthane.

L'oxyde nitreux est principalement formé lors de l'application d'engrais azotés dans les champs. Il provient également du fumier animal ou des moteurs utilisant des combustibles fossiles. Le dioxyde de carbone provient de la combustion de ces mêmes combustibles fossiles utilisés pour alimenter les machines agricoles. Cependant, ces émissions directes de l'agriculture restent relativement faibles, ne représentant qu'environ 1% des émissions mondiales d'origine humaine. Les changements d'utilisation des terres associés à l'agriculture ont un impact beaucoup plus significatif sur le cycle du carbone. Les plantes absorbent le dioxyde de carbone de l'atmosphère, et ainsi les plantes, les forêts et de nombreux écosystèmes naturels accumulent d'énormes quantités de carbone au fil des millénaires.

La modification de la fonction de ces terres non cultivées, passant d'un puits de carbone et d'un réservoir à une source d'émissions de gaz à effet de serre par la combustion de la matière végétale ou l'agriculture, a un impact négatif sur le bilan des émissions. De même, le maintien et l'augmentation de la biomasse végétale contribuent à la séquestration du carbone et à la réduction de la concentration de dioxyde de carbone. Ainsi, la foresterie et la gestion des forêts ont également une incidence sur la quantité de gaz à effet de serre dans notre atmosphère. En ce qui concerne les émissions directes de l'agriculture, les principales sources de gaz à effet de serre sont le méthane provenant des processus de

fermentation, l'oxyde nitreux issu de la gestion des sols, le dioxyde de carbone provenant de la combustion de combustibles fossiles et le changement d'utilisation des terres.

Par ailleurs, la génération d'émissions de gaz à effet de serre, l'agriculture est également responsable d'une série d'impacts négatifs sur l'environnement. Les engrais azotés peuvent polluer les ressources en eau et menacer les écosystèmes aquatiques. Les pesticides, herbicides et monocultures peuvent entraîner une perte de biodiversité. Avec l'expansion démographique, la production agricole doit augmenter ou devenir plus efficace. L'expansion des terres agricoles offre une option pour accroître la production, mais elle présente des inconvénients.

Le défrichement² des terres non cultivées pour l'agriculture peut entraîner la destruction d'écosystèmes naturels, ayant un effet dévastateur sur la faune et la biodiversité locale. De nombreux secteurs nécessitent des quantités importantes d'eau, ce qui peut entraîner la raréfaction de cette ressource et des périodes de sécheresse. L'exploitation intensive des sols entraîne l'érosion et la compaction, les rendant inutilisables pour les générations futures [12].

Pollution atmosphérique

Les aérosols sont constitués de minuscules particules solides ou liquides présentes dans l'air, telles que la suie, les sulfates et les nitrates, et ils jouent un rôle crucial dans le système climatique de notre planète. Les propriétés des différents types d'aérosols peuvent varier considérablement, ce qui entraîne des effets complexes sur le climat. Certains aérosols, appelés aérosols réfléchissants, ont la capacité de refléter la lumière solaire. Ils agissent donc comme des agents de refroidissement en réduisant la quantité d'énergie solaire atteignant la surface terrestre et en favorisant la formation de nuages. Ces nuages ont à leur tour un effet réfléchissant supplémentaire, ce qui contribue à un refroidissement global du climat. Cependant, il existe également des aérosols absorbants, tels que la suie, qui ont la capacité d'absorber la chaleur. Ces aérosols absorbent une partie de l'énergie solaire et contribuent ainsi à un réchauffement local ou régional de l'atmosphère, ainsi qu'à la fonte des glaces et des neiges. Par conséquent, l'impact net des aérosols sur le climat dépend de leur composition, de leur concentration et de leur répartition géographique.

La pollution atmosphérique, principalement due aux activités humaines telles que la combustion de combustibles fossiles et la production industrielle, peut augmenter la concentration d'aérosols dans l'atmosphère. Cette augmentation de la concentration d'aérosols a des conséquences sur l'équilibre énergétique de la Terre, modifiant la quantité d'énergie solaire absorbée ou réfléchi. De plus, les aérosols provenant de la pollution atmosphérique peuvent agir comme des noyaux de condensation pour la formation des nuages. Cela peut influencer la formation, la réflectivité et la durée de vie des nuages, ce qui a des répercussions sur le bilan radiatif global de la Terre.

Certains types de nuages peuvent retenir la chaleur près de la surface (effet de serre), tandis que d'autres nuages peuvent réfléchir davantage la lumière solaire (effet de refroidissement).

Par conséquent, la pollution atmosphérique peut perturber cet équilibre délicat et entraîner des changements climatiques à l'échelle locale ou régionale. En outre, certains polluants atmosphériques, tels que les oxydes d'azote (NOx) et les composés organiques

²Il se fait par coupe rase suivi de dessouchage, ou par le feu

volatils (COV), peuvent réagir dans l'atmosphère pour former de l'ozone troposphérique. L'ozone troposphérique est à la fois un polluant atmosphérique et un gaz à effet de serre. Il peut endommager les plantes en altérant leur physiologie et leur capacité à absorber le dioxyde de carbone de l'atmosphère par la photosynthèse. Ainsi, la pollution atmosphérique peut perturber les cycles biogéochimiques en réduisant la capacité des écosystèmes à absorber le CO₂, ce qui contribue indirectement au changement climatique [13].

3.4 Conséquences du changement climatique

3.4.1 Les températures élevées

La crise climatique a entraîné une augmentation de la température mondiale moyenne et conduit à des extrêmes de température plus fréquents, tels que les vagues de chaleur. Les températures plus élevées peuvent entraîner une augmentation de la mortalité, une réduction de la productivité et des dommages aux infrastructures. Les membres les plus vulnérables de la population, tels que les personnes âgées et les nourrissons, seront les plus durement touchés. Les températures plus élevées devraient également provoquer un déplacement de la distribution géographique des zones climatiques. Ces changements modifient la répartition et l'abondance de nombreuses espèces végétales et animales, qui sont déjà sous pression en raison de la perte d'habitat et de la pollution.

Les températures plus élevées augmentent l'évaporation de l'eau, ce qui - associé au manque de précipitations - accroît les risques de sécheresses sévères. Les extrêmes de température basse (vagues de froid, jours de gel) pourraient devenir moins fréquents en Europe.

Cependant, le réchauffement climatique affecte la prévisibilité des événements et donc notre capacité à réagir efficacement [14].

3.4.2 Élévation du niveau de la mer :

Les scientifiques prédisent que la fonte de la glace de mer et des glaciers, ainsi que l'expansion du volume d'eau chaude, pourraient entraîner une élévation du niveau de la mer pouvant atteindre 110 cm d'ici la fin du siècle si nous ne parvenons pas à réduire les émissions. L'ampleur (et la vitesse) de ce changement serait dévastatrice pour les régions à faible altitude, y compris les nations insulaires et les villes côtières densément peuplées comme New York et Mumbai.

Cependant, même une élévation du niveau de la mer à des niveaux beaucoup plus bas est coûteuse, dangereuse et perturbatrice. Les scientifiques prédisent qu'aux États-Unis, le niveau de la mer augmentera d'un pied d'ici 2050, ce qui endommagera régulièrement les infrastructures telles que les routes, les stations d'épuration des eaux usées et même les centrales électriques. Les plages que les familles ont l'habitude de fréquenter pourraient disparaître d'ici la fin du siècle. L'élévation du niveau de la mer nuit également à l'environnement, car l'envahissement de l'eau de mer peut à la fois éroder les écosystèmes côtiers et envahir les nappes d'eau douce souterraines sur les terres, dont nous dépendons pour l'agriculture et l'eau potable. L'intrusion d'eau salée façonne déjà la vie dans

des pays comme le Bangladesh, où un quart des terres se trouvent à moins de 213 cm au-dessus du niveau de la mer [15].

3.4.3 Biodiversité

La destruction de vastes zones forestières a des conséquences désastreuses pour les espèces locales et les communautés qui en dépendent. Les arbres mourants émettent leur réserve de dioxyde de carbone, contribuant ainsi aux gaz à effet de serre atmosphériques et nous mettant sur la voie d'un réchauffement climatique incontrôlable.

Le changement climatique a des impacts graves sur les systèmes d'eau du monde à travers une augmentation des inondations et des sécheresses. L'air plus chaud peut contenir une plus grande quantité d'eau, ce qui rend les schémas de précipitations plus extrêmes.

Les rivières et les lacs fournissent de l'eau potable aux personnes et aux animaux, et sont une ressource vitale pour l'agriculture et l'industrie. Les environnements d'eau douce du monde entier subissent déjà une pression excessive due au drainage, à l'excavation, à la construction de barrages, à la pollution, à l'extraction, au colmatage et aux espèces invasives. Le changement climatique ne fait qu'aggraver le problème et l'empire encore davantage.

Les extrêmes de sécheresse et d'inondation deviendront plus fréquents, entraînant des déplacements de populations et des conflits. Dans les régions montagneuses, la fonte des glaciers a un impact sur les écosystèmes d'eau douce. Les glaciers de l'Himalaya alimentent de grands fleuves asiatiques tels que le Yangtsé, le Jaune, le Gange, le Mékong et l'Indus. Plus d'un milliard de personnes dépendent de ces glaciers pour l'eau potable, l'assainissement, l'agriculture et l'énergie hydroélectrique [9].

3.4.4 Santé humaine

Le réchauffement climatique peut avoir des effets graves sur la santé des êtres vivants. L'excès de chaleur peut provoquer du stress, ce qui peut entraîner des problèmes de tension artérielle et des maladies cardiaques. Les échecs de récoltes et les famines, qui sont une conséquence directe du réchauffement de la Terre, peuvent affaiblir la résistance du corps humain aux virus et aux infections. Le réchauffement climatique peut également favoriser la propagation de diverses maladies vers d'autres régions, car les populations se déplacent des régions où les températures sont plus élevées vers des régions où elles sont relativement plus basses.

Les océans plus chauds et autres eaux de surface peuvent entraîner des épidémies sévères de choléra et des infections nocives dans certains types de fruits de mer. Parmi toutes les hypothèses envisagées, les régions montagneuses de l'Afrique de l'Est et certaines régions de l'Afrique australe pourraient devenir plus propices à la transmission de la malaria. À mesure que le taux de transmission de la maladie augmente dans ces zones montagneuses, la probabilité d'épidémies pourrait augmenter en raison du manque d'immunité dans les populations nouvellement touchées. Par exemple, une épidémie de malaria au Rwanda a entraîné une multiplication par quatre des admissions pour la malaria chez les femmes enceintes et une multiplication par cinq des décès maternels.

Les coûts sociaux et économiques de la malaria sont considérables, engendrant des charges importantes pour les individus, les ménages ainsi que pour les communautés et les nations. Les conflits, les guerres et la malnutrition font partie des facteurs sous-jacents qui aggravent les effets de la variabilité climatique, créant ainsi des vulnérabilités supplémentaires dans certaines régions. Les populations immunodéprimées atteintes du VIH/SIDA seront également davantage susceptibles à d'autres maladies infectieuses. La possibilité que le changement climatique intensifie ou modifie les schémas d'inondations pourrait devenir un facteur majeur de risques sanitaires futurs associés à ces événements.

Dans les régions tropicales de l'Asie, une augmentation de la fréquence et de la durée des vagues de chaleur est prévue. Cela augmentera le risque de mortalité parmi les personnes âgées et au sein de la population urbaine défavorisée d'Asie. De plus, on prévoit une augmentation des maladies respiratoires et cardiovasculaires dans les régions arides, semi-arides et tropicales d'Asie en raison du réchauffement climatique. Le réchauffement climatique modifiera l'apparition de maladies vectorielles telles que la malaria et la dengue. Avec l'augmentation des températures et les changements dans les schémas de précipitations, la propagation de vecteurs tels que les moustiques pourrait également être altérée.

Il est possible que ces changements de température et de précipitations accroissent les maladies vectorielles dans les régions tempérées et arides d'Asie, ce qui aurait de graves implications pour la santé humaine. En raison du réchauffement climatique, les maladies d'origine hydrique telles que le choléra et les maladies diarrhéiques causées par des organismes tels que le *Giardia*, la salmonelle et le *cryptosporidium* pourraient se propager davantage dans de nombreux pays d'Asie du Sud [7, 16].

3.5 Changements climatiques en Algérie

Le changement climatique en Algérie est un sujet préoccupant qui a des implications majeures pour le pays. L'Algérie a signé la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) en 1992 et l'a ratifiée en 1993, démontrant ainsi son engagement envers la lutte contre le changement climatique. En tant que partie à cette convention, l'Algérie a soumis deux communications nationales en 2001 et 2010 pour se conformer à ses obligations au titre de l'article 12 de la CCNUCC.

Le Programme des Nations Unies pour le développement en Algérie a soutenu l'élaboration de ces communications nationales et s'est engagé à aider l'Algérie dans l'élaboration de sa troisième communication nationale et de son premier rapport biennal actualisé [17]. Depuis 2020, l'Algérie fait face à une diminution des précipitations estimée entre 5% et 13%, ainsi qu'à une augmentation des températures variant de 0,6°C à 1,1°C. À l'approche de cette échéance proche, un pays déjà aride comme l'Algérie est entrain de subir des sécheresses et des inondations récurrentes, sans oublier les besoins en eau qui ont doublé en raison de la croissance démographique et de l'urbanisation continue [18].

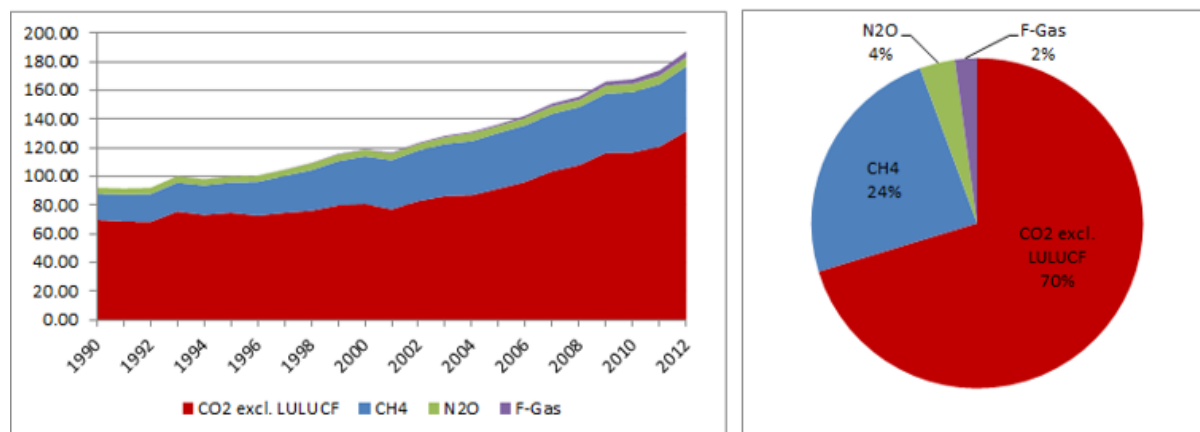


FIG. 3.4 – Répartition des gaz à effet de serre en Algérie, source rapport interne GIZ

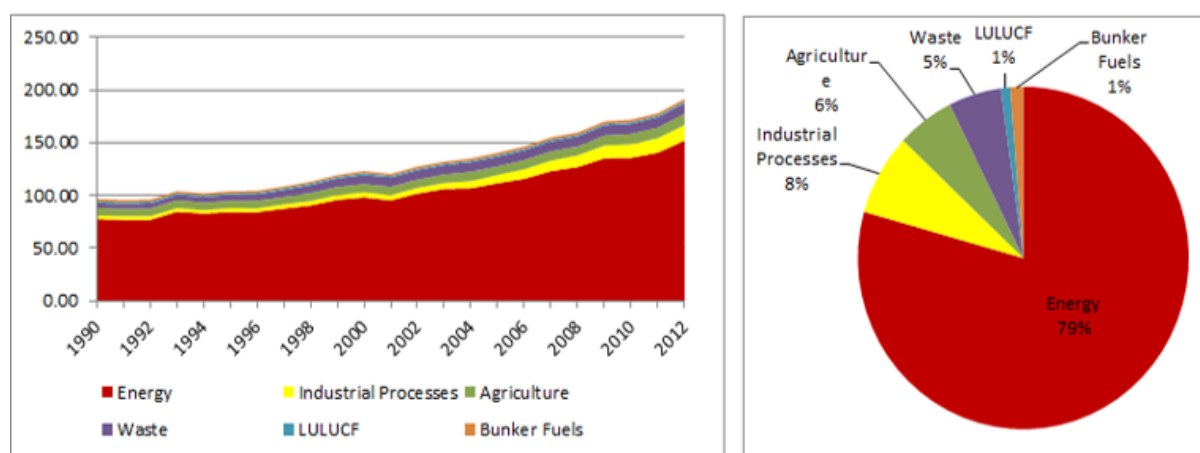


FIG. 3.5 – Les secteurs d'activités les plus émetteurs de GES en Algérie, source rapport interne GIZ

3.5.1 Évolution des gaz à effet de serre

Depuis 1950, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère continue d'augmenter. Selon le programme de surveillance mondiale de l'atmosphère (GAW) de l'Organisation météorologique mondiale, qui étudie les interactions entre l'atmosphère, les océans et la biosphère, les mesures effectuées à la station GAW d'Assekrem (située à une altitude de 2710 mètres) à Tamanrasset, en Algérie, indiquent une augmentation régulière du CO₂, passant de 360 ppm en 1995 à 385 ppm en 2008, soit une augmentation annuelle d'environ 2 ppm/an . En 2013, la concentration atteint même 392 ppm.

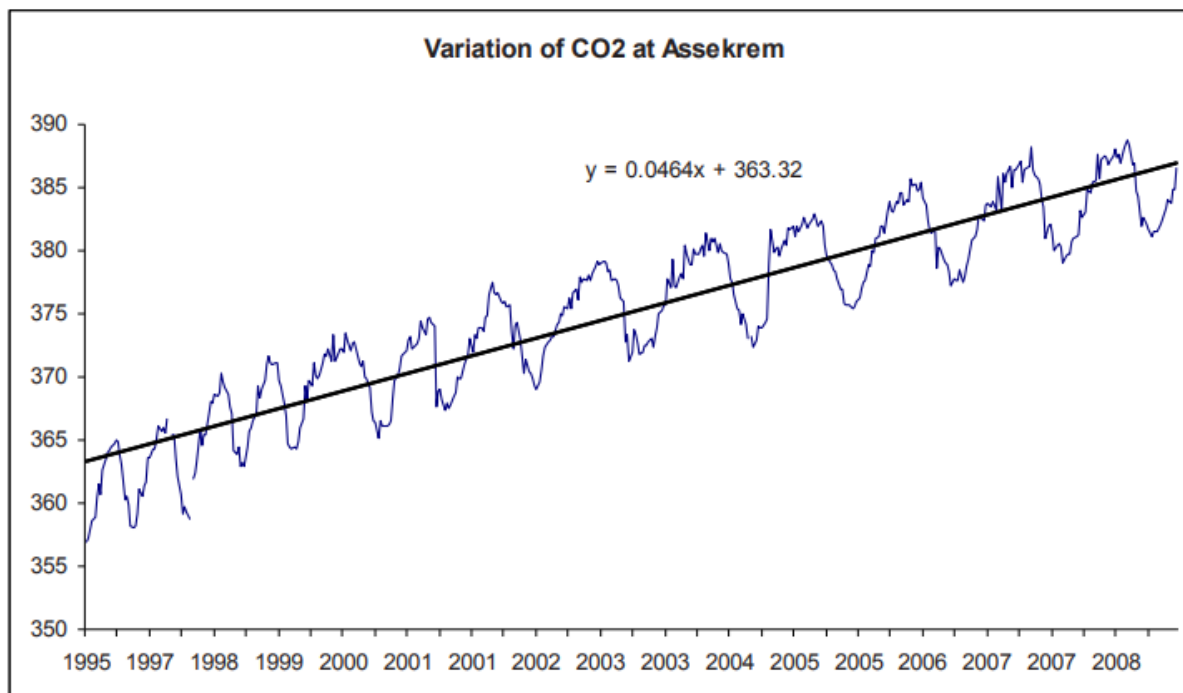


FIG. 3.6 – Evolution du CO2 à la station d'Asskrem

L'Algérie a réalisé deux inventaires nationaux des émissions de gaz à effet de serre (GES), pour les années 1994 et 2000. Ces inventaires ont pris en compte les six principaux GES directs (CO₂, CH₄, N₂O, SF₆ et CFC) ainsi que les précurseurs indirects de GES (NO_x, CO, NMVOC et SO₂). En 2008, les émissions totales de GES se sont élevées à 121,31 Mt équ.CO₂. Les émissions par habitant s'élèvent à 4,1 t équ.CO₂/an, contre 3,1 en 1990 [19]. Le secteur de l'énergie (production et consommation) est le principal contributeur aux émissions de GES, représentant environ les trois quarts du total. Ce secteur offre donc le plus grand potentiel de mesures d'atténuation. Dans le domaine de l'énergie, le plan final de développement des énergies renouvelables représente sans aucun doute un grand défi pour le pays. Dans l'ensemble, cette stratégie permettra de réduire jusqu'à 60% des émissions de gaz à effet de serre.

L'Algérie a de bonnes chances de mener à bien la lutte contre le changement climatique si certaines conditions sont réunies, telles que la formation de compétences qualifiées, l'intégration de toutes les possibilités, une bonne coordination et une bonne gouvernance. L'Algérie s'est engagée officiellement à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 7% à 22% d'ici 2030 par rapport à un scénario "business as usual" (BAU). Cette réduction est conditionnée au soutien financier, au développement et au transfert de technologie, ainsi qu'au renforcement des capacités du pays [20].

3.5.2 L'agriculture :

L'Algérie, qui fait partie des zones chaudes de la Méditerranée, est très vulnérable au changement climatique. Les experts prévoient à moyen terme une augmentation de la température de 2°C, une diminution des précipitations de 10 à 15% et des sécheresses plus fréquentes et plus intenses. Bien que l'augmentation du CO₂ dans l'atmosphère puisse potentiellement améliorer la productivité de certaines cultures, cette opportunité sera contrebalancée par les déficits hydriques déjà présents dans l'agriculture. Les modèles agro-climatiques prévoient une baisse des rendements des principales cultures en Afrique

du Nord en raison de la disponibilité limitée en eau et en sol.

Les modèles agro-climatiques indiquent que le changement climatique en Algérie entraînera une altération du cycle de l'eau, ce qui aura des conséquences néfastes sur la fertilité des terres agricoles, la diminution des rendements agricoles et la perte de biodiversité. Dans un avenir proche, le réchauffement climatique modifiera également le cycle de croissance des plantes, raccourcissant les saisons agricoles, déplaçant les zones bioclimatiques et augmentant les risques de parasites et de problèmes de santé [21]. Face à ces perspectives, le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural a établi des prévisions de réduction moyenne des rendements de 10%, confirmant ainsi les conclusions du rapport de Stern [22] qui estimait des pertes allant de 15% à 35% en Afrique du Nord. Bindi et Moriondo [23] ont également prévu une diminution de 15% à 30% de la productivité des légumes en Algérie d'ici 2030 (PNC, 2012). Dans des scénarios climatiques défavorables, les pertes moyennes de rendement pourraient être encore plus graves, atteignant environ 31% à 39% pour la culture du blé. De plus, le réchauffement climatique aura un impact sur les cultures d'exportation en Europe, réduisant ainsi leurs opportunités.

Certaines cultures typiquement méditerranéennes pourraient trouver des conditions favorables dans les régions du sud de l'Europe, compromettant ainsi le secteur agricole d'exportation dans la région du Maghreb. Cependant, ces changements climatiques pourraient également rendre certaines cultures tropicales viables.

Face à cette situation, et pour garantir la disponibilité des ressources en eau, freiner l'érosion des sols et assurer un développement durable, le pays a mis en place une stratégie d'adaptation au climat et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elle couvre tous les secteurs, en particulier le secteur de l'énergie qui est responsable de la plus grande part des émissions de gaz à effet de serre (74%). Des progrès importants ont été réalisés dans la mobilisation des ressources en eau pour la consommation et l'irrigation, mais il reste encore beaucoup à faire dans le domaine de l'agriculture [24].

3.6 Conclusion

Le changement climatique constitue un défi mondial qui requiert une action urgente et coordonnée de la part de tous les pays. Les conséquences de ce phénomène sont déjà visibles à travers le globe, et l'Algérie n'est pas épargnée. En raison de sa situation géographique et de ses caractéristiques climatiques, l'Algérie est particulièrement exposée aux effets néfastes du changement climatique, tels que la diminution des précipitations, l'augmentation des températures et la raréfaction des ressources en eau.

Afin de relever ces défis, il est impératif que cette dernière mette en place un plan d'atténuation solide. Ce plan devrait englober toute une série de mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, à encourager l'utilisation des énergies renouvelables, à améliorer l'efficacité énergétique, à promouvoir des pratiques agricoles durables et à renforcer la résilience des communautés face aux impacts du changement climatique.

- La transition vers une économie à faible émission de carbone est essentielle pour atténuer les effets du changement climatique en Algérie. Cela implique de promouvoir activement les énergies renouvelables telles que l'énergie solaire et éolienne, de favoriser l'adoption des transports publics et des véhicules électriques, de lutter contre la déforestation et de promouvoir la reforestation.

- De plus, il est crucial d'investir dans la recherche et le développement de technologies propres, de renforcer les capacités locales et de sensibiliser la population aux enjeux liés au changement climatique.
- L'Algérie doit également renforcer sa coopération internationale afin de partager les meilleures pratiques, de bénéficier de financements et d'accéder aux technologies nécessaires pour mettre en œuvre son plan d'atténuation.

En guise de conclusion, il convient de souligner que le changement climatique représente un défi d'envergure tant pour l'Algérie que pour la communauté mondiale. Cependant, en mettant en place un plan d'atténuation robuste reposant sur des mesures concrètes visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, à promouvoir les énergies renouvelables et à renforcer la résilience des communautés, ce pays a la possibilité d'assumer un rôle primordial dans la lutte contre ce phénomène et de garantir un avenir durable aux générations à venir.

Chapitre 4

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION DES RISQUES LIÉS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE PROJET

4.1 Introduction

La Société Générale pour financer le projet doit évaluer la vulnérabilité du projet aux risques physiques et de transition liés au changement climatique. Le projet est une extension d'une aciérie appartenant à Tosyali Holding Algérie (Tosyali) à Chehairia près d'Oran en Algérie. L'usine d'acier plat existante de Tosyali à Oran, est située dans la zone économique de Bethioua, et a une capacité annuelle de 1 000 000 de tonnes d'acier. Elle transforme le minerai de fer (ferraille et concentré de minerai de fer) en produits tels que les billettes, les barres d'armature (béton), le fil machine (applications multiples, y compris le treillis métallique, le fil, les clous, les vis, les écrous et les boulons) et les tubes en spirale (transport de gaz, d'hydrocarbures et d'eau). L'agrandissement de l'usine augmentera la capacité de production annuelle de 2 millions de tonnes. Cette évaluation des risques liés au changement climatique identifie les risques climatiques actuels et prévus pertinents pour les opérations du projet et propose des mesures d'adaptation et d'atténuation de haut niveau qui pourraient être intégrées dans la conception du projet afin de minimiser l'impact des effets négatifs.

Cette évaluation des risques liés au changement climatique est conforme aux normes internationales. L'évaluation identifie les risques physiques et de transition, comme l'exige le Groupe de travail sur les informations financières liées au climat (TCFD 2017), les risques actuels et prévus liés au climat, comme l'exigent les Principes de l'Équateur (EP4 2020) et tient compte de la vulnérabilité du projet aux changements conditions climatiques, comme l'exige le Système de sauvegardes intégré du Groupe de la Banque africaine de développement (BAD 2013). Le processus d'identification des risques et des voies d'impact tient compte de la pertinence des risques dans des conditions climatiques changeantes, comme l'exigent les Normes de performance de la Société financière internationale (IFC 2012). La hiérarchie de notation des risques utilise les normes de détermination des risques du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). La catégorisation des risques suit les directives de la TCFD. Enfin, la liste des aléas climatiques de la taxonomie de l'UE pour le financement d'une économie européenne durable (taxonomie de l'UE 2020) a été évaluée pour détecter les aléas spécifiques liés au climat et pertinents pour le projet.

4.2 Méthodologie :

Cette section identifie les ressources consultées et les approches adoptées pour effectuer l'évaluation des risques liés aux changements climatiques. En résumé, la vulnérabilité du projet au changement climatique a été évaluée en passant par les étapes suivantes :

- Décrire les conditions climatiques, géologiques, hydriques, socio-économiques et de danger de référence aux niveaux régional et national.
- Analyser les projections climatiques aux niveaux régional et national pour éclairer l'évaluation des risques.
- Évaluer les risques climatiques actuels et prévus pour le projet.
- Proposer des mesures d'adaptation et d'atténuation de haut niveau.

Les conditions climatiques de référence au niveaux national (Algérie) et régional (Oran) ont été extraites à partir du Portail de connaissances sur le changement climatique du Groupe de la Banque mondiale[25]. Les données présentées comprennent la classification climatique de la région selon l'approche de classification climatique de

KoppenGeiger¹, ainsi que les tendances annuelles et les moyennes saisonnières des données de température et de précipitations. Les données de vitesse et de direction du vent de la base de données météo de metéoblue[26] sont également présentées. Un aperçu des dangers actuels liés au climat est fourni, et la liste des dangers climatiques présentée dans la taxonomie de l'UE a été examinée pour identifier les dangers pertinents pour le projet, qui seront explorés en détail dans les sections suivantes.

En termes de projections du changement climatique aux niveaux national et régional, une description textuelle des changements potentiels des variables liées au vent est fournie et a été éclairée par les rapports les plus récents du GIEC sur le changement climatique (AR6 Climate Change 2021 : The Physical Science Basis[27]). De même, les projections du niveau de la mer pour la région méditerranéenne ont été élaborées à l'aide des données du 6ème rapport du GIEC et ont été complétées par des projections du changement de fréquence des événements extrêmes du niveau de l'eau à l'aide des résultats du rapport spécial du GIEC sur l'océan et la cryosphère² dans un climat en évolution [28].

Les risques actuels et anticipés liés au climat ont été classés selon la taxonomie de l'UE [29] pour les risques climatiques physiques et selon la catégorisation TCFD pour les risques de transition (c'est dire ceux liés à la transition mondiale vers une économie à faibles émissions de carbone [30]). Les risques ont été identifiés grâce à une combinaison de recherches documentaires, d'examen par les pairs et sectoriels et de ressources internes (par exemple, la base de données exclusive de Société Générale sur les risques et les opportunités basée sur l'industrie).

Les composantes du projet liées à différents risques ont été identifiées et les risques ont été décrits dans les déclarations des voies d'impact relatives aux composantes du projet. La hiérarchie de notation des risques a suivi l'approche du GIEC pour la détermination des risques[30, 31]. Le risque signifie la possibilité d'effets indésirables entraînés par la survenance d'un danger. Le risque est défini par les trois termes : vulnérabilité, ampleur de l'impact et probabilité d'occurrence.

La vulnérabilité : Propension d'une population ou d'un écosystème à subir des dommages en cas de variations climatiques, qui dépend de leur capacité d'adaptation.

L'ampleur de l'impact : Les impacts et conséquences qu'auront ces risques sur la faune, la flore et l'ensemble des écosystèmes.

Probabilité d'occurrence : Permet de comparer, à intensité égale, le risque d'apparition d'une séquence sèche entre différents secteurs géographiques.

4.3 Région d'étude

La République algérienne démocratique et populaire est située en Afrique du Nord et est principalement associée à des environnements désertiques peu peuplés. Des densités de population plus élevées sont présentes dans les zones côtières bordant la mer Méditerranée

¹Un système permettant de diviser les climats par les précipitations et la température

²La cryosphère, est un terme désignant toutes les portions de la surface des mers ou terres émergées où l'eau est présente à l'état solide.

en raison d'un climat plus favorable et de terres fertiles. Le projet proposé est situé dans le district de Bethioua dans la province d'Oran, situé à 5 km de la côte nord de l'Algérie. L'altitude des terres dans la région varie de 4 m à 161 m au dessus du niveau de la mer.

4.3.1 Environnement socio-économique

Situation géographique du projet :

Le projet commencera sa course depuis la commune de chehairia. Site d'intérêt historique et archéologique Il n'existe pas de monuments historiques et de sites archéologiques dans et autour du site du projet.

Démographie

Population : La population de la daïra de Bethioua est estimée à 39460 habitants pour l'année 1987, et 66720 habitants pour l'année 1998 et enfin 80.000 en 2007. La région est caractérisée par un taux d'accroissement³ très important vu le développement des activités industrielles dans la zone, ce taux est estimé de 4,78% sur une période de 10 ans.

Croissance De la Région d'Etude : La daïra de Bethioua recèle un potentiel d'investissement impressionnant dont la principale activité reste l'agriculture et /ou le pastoralisme. La région d'étude draine des ressources financières qui proviennent de la fiscalité. Elles est considérées parmi les daïras les plus riches du pays.

TAB. 4.1 – Démographie Daïra de Bethioua

Daïra	Pop 1998	Pop 1987	Pop 2011
Bethioua	26 720	46.460	63.979

Secteur de l'emploi de la Région d'Étude :

Le tableau ci-après montre les taux d'occupation et de chômage au niveau de la région d'étude en 1997, 1987 et 2008. Le chômage a augmenté de 9,92% en 1977 à 17,1% en 1998 pour atteindre presque les 29,1% de la population de moins de 22 ans. Seules dans les années 1990, le taux de chômage s'est amélioré après le pic de 1987, un 18,5%.

TAB. 4.2 – Les taux d'occupation et de chômage au niveau du site

Zone d'étude	Taux d'activité	Taux d'occupation	Taux de chômage
1977	24,14%	90%	9,92%
1987	25,6%	81,4%	18,5%
2008	36%	82,6%	29,1%

³C'est taux de croissance démographique imputable au mouvement naturel de la population, c'est-à-dire, celui qui ne résulte que des naissances et des décès.

Infrastructures Sportives de la Région d'Etude

Actuellement, la commune de Bethioua dispose de cinq stades de Foot-Ball, dont deux dotés de gazon artificiel de 3^e génération, d'une salle omnisport, dotée de tous les équipements sportifs appropriés.

Infrastructures Sanitaires de la Région d'Etude

Pour le secteur de la santé, les citoyens de la commune, étaient confrontés à des difficultés énormes, telle que le transfert des malades vers El Mohgen et vers le centre hospitalier d'Oran, plus particulièrement pour les accouchements ou la vaccination des enfants et des malades âgés. Mais, avec le découpage intervenu dans cette région, et la mise en place des ESPS, le l'ampleur du problème drastiquement diminué.

Infrastructures Portuaires de la Région d'Etude

En plus de sa vocation gazière, ce port de construction récent (de 1975 à 1978 assure les enlèvements d'autres produits tels que le brut, le condensât, le G.P.L. et les produits raffinés. Sa position géographique est la suivante :

- Longitude Ouest : 00° 12' 30".
- Latitude Nord : 35° 48' 06".

Le port de Bethioua, est protégé par un brise-lames de 2,2 kilomètres et des deux jetées de 01 kilomètres chacune, totalisant un plan d'eau de 192,5 hectares .L'ensemble de ces installations est complété par ; Trois (03) postes en mer ouverte. Le Sea-line pour les pétroliers de 100 000 à 120 000 tonnes. Deux (02) bouées S.P.M pour les V.L.C.C. chargeant jusqu'à 300 000 tonnes.

L'ensemble de ces installations est complété par trois (03) postes en mer ouverte .Le Sea-line pour les pétroliers de 100 000 à 120 000 tonnes. Deux (02) bouées S.P.M pour les V.L.C.C. chargeant jusqu'à 300 000 tonnes

La commune a bénéficié dans le cadre des plans communaux de développement (PCD), d'une école primaire composée de 09 classes à Hai El Yamina, en attendant les 03 autres classes complémentaires qui seront achevées par l'APC, ainsi qu'une école primaire avec ses 07 classes.

TAB. 4.3 – Infrastructure du port de Bethioua

10 Postes de chargements.	Tirant d'eau	Superficie de terres pleines	Port de servitude	Plan d'eau
La longueur totale des postes est de 4520 Ml.	Min est de 13,50m et le Max est de 23,50 m	36 hectares.	250Ml de quai d'un tirant d'eau de 5,5 à 6m.	192,5 hectares.

Trafic et Transport

Le réseau routier connecte la ville d'Arzew avec les agglomérations secondaires, les communes voisines et d'autres villes. Ce réseau revêt une importance commerciale et sociale. La composition de ce réseau se présente à continuation.

TAB. 4.4 – Caractéristique du système des routes nationales

Route	Long (Km)	Ampleur (m)	% Goudronné	Etat	Communes desservies
RN11	51.09	7	100%	Bonne	Mostaganem, Mers El Hadjaj, Bethioua, Arzew, El Mouhgoun, Gydyel, Hassi Ben Okba, HassiAmeur et Oran
RN 13	6.727	4	100%	Bonne	Hassi Bou Nif et Oran
	19.515	10	100%	Bonne	Hassi Bou Nif et Oran
	39.603	7	100%	Bonne	El Mouhgoun, Bethioua, et HassiMefsoukh
RN 97	Le parcours de la RN97 est rallongé de 9 km lors de l'agrandissement du barrage de Chorfa en 2000		100/%	Bonne	

Agriculture et végétation De La Région D'étude

La plupart des activités agricoles se développent sur un système d'agriculture collective. La Daira présente la majeure proportion de terres gérées de façon privée (33%).

TAB. 4.5 – Terres agricole par catégorie d'utilisation (2018)

Commune	Agriculture collective	Agriculture privée	Total
Bethioua (HA)	1 942,56	257,71	2 200,27

TAB. 4.6 – Terres agricole par catégorie d'utilisation (2018)

La végétation est étagée suivant l'altitude et la nature du sol. Les conifères siègent sur les reliefs au-delà de 200 mètres.. Des arbustes sont disséminés dans la plaine comme le jujubier, le tamari (Arich) et les genêts formant la couverture des sols de déjection. Les collines et vallons sont occupés par les cultures souvent à vocation céréalière. Les dépressions ne sont exploitées que dans la zone Est de la plaine où sont cultivées les céréales et cultures maraîchères⁴ mais leur extension reste limitée par les sols salins où prospèrent les plantes halophiles (Atripex - Soudes - Typha - Roseaux - Scirpus).

Hydrographie

Sur le plan ressource en eau souterraine, les données géologiques de la région de Bethioua nous ont permis de mettre en évidence l'existence d'une nappe côtière de très faible potentiel hydrique. Cette nappe est captée généralement par puits de faible profondeur (10 à 15 mètres) aux niveaux des agglomérations d'Arzew et de Bethioua. L'aquifère en question est constitué par des grès lumachéliques du Calabrien⁵ qui affleurent le long du golf d'Arzew de la Daira de Bethioua jusqu'à Port aux Poules. Par ailleurs, l'hydrogéologie de la région d'étude ne montre aucune autre nappe profonde.

Approvisionnement en eau potable de la zone d'étude La zone d'étude est alimentée en eau potable depuis les réservoirs de Fergoug et Cheliff. L'eau est dirigée à

⁴Culture de végétaux à usage alimentaire, et plus particulièrement de légumes, de manière professionnelle, c'est-à-dire dans le but d'en faire un profit ou simplement d'en vivre

⁵Roche sédimentaire calcaire formée de coquilles fossiles de l'ère géologique Calabrienne

la station de pompage d'Ain El Bia par un conduit en béton de 900 mm de diamètre et duquel sortent des branchements vers la commune de Bethioua et de Mers El Hadjadj, la centrale de SONELGAZ.

TAB. 4.7 – Ressources en eau potable

Origine de la ressource	Capacité	Volume mobilises en	
	Théorique	2002	2003
Système Béni Bahdel-Sidi Abdeli+ForagesdeTLM	84,000	45,000	45,000
Système Boughara-Tafna-Cratère Dzioua	180,000	35,000	35,000
Triplex fergoug-Ouizert-Bouhanifia	65,000	25,000	25,000
Gargar-Prise du Cheliff	150,000	45,000	45,000
Brédeah	35,000	25,000	30,000
Autres ressources locales	18,000	6,000	6,000

TAB. 4.8 – Ressources en eau potable

Conclusion Sur La Sensibilité Du Site Et De Son Environnement :

- Sensibilité des habitats : **sans objet** site en bordure d'une route nationale.
- Sensibilité des populations : **sans objet**, pas de zone habitée proche.
- Sensibilité de la faune et de la flore : **sans objet**.

4.3.2 Contexte climatique

Le climat de l'Algérie est largement classé comme désert chaud aride, selon le système de classification climatique de Köppen-Geiger (Figure 4.1). Le littoral nord de l'Algérie est associé à des climats semi-arides et à des climats d'été chauds méditerranéens [25]. Les climats côtiers sont trop secs pour supporter de vastes environnements forestiers, mais pas assez secs pour être classés comme déserts, et sont généralement associés à des étés secs et chauds. La province d'Oran est principalement associée à un climat semi-aride chaud, avec des climats semi-arides froids au sud et des climats estivaux chauds à l'est.

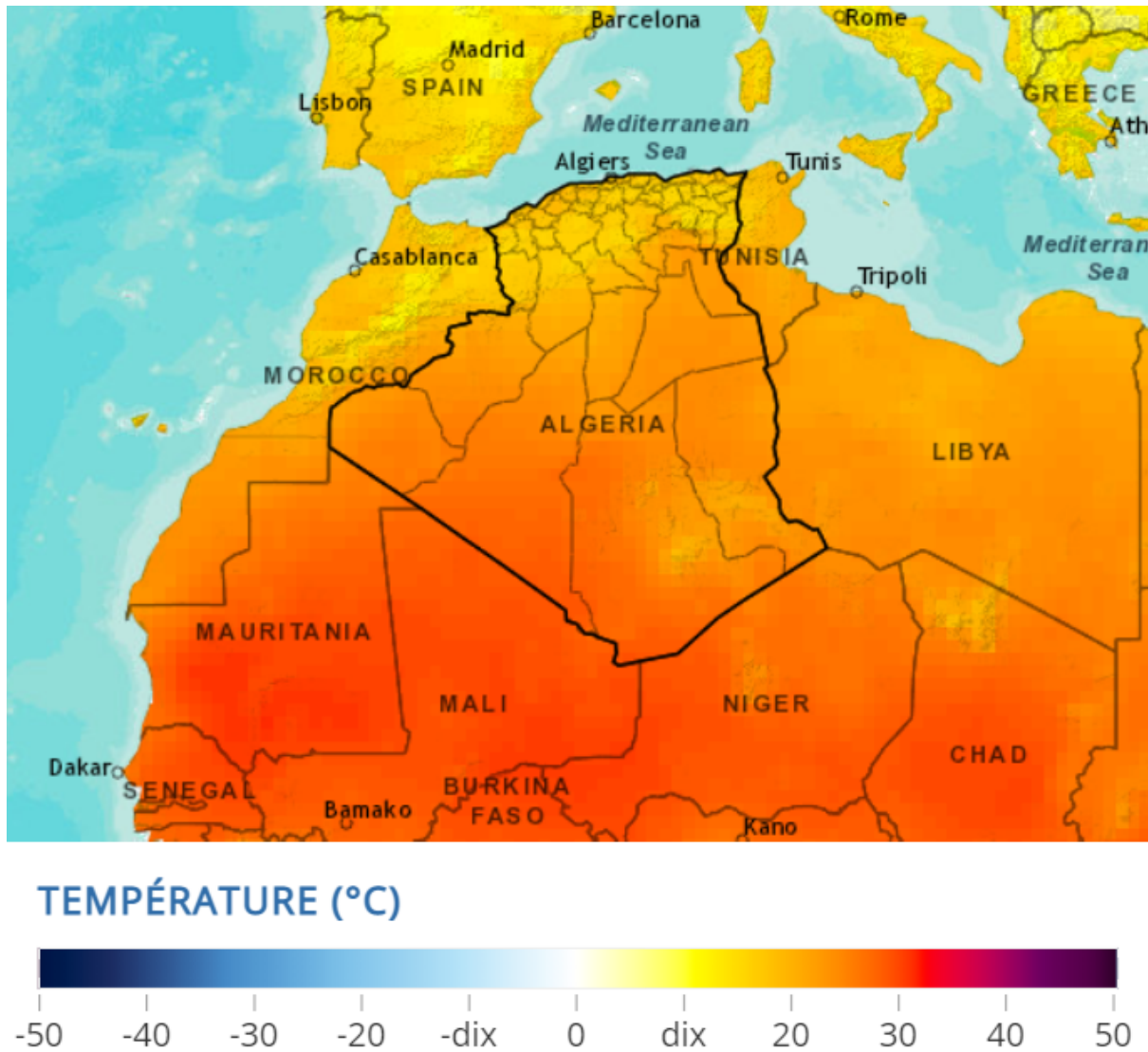


FIG. 4.1 – Climatologie observée de la température moyenne 1991-2020 Algérie

Les températures moyennes saisonnières en Algérie varient généralement de 12,5°C en hiver à 33,3°C en été. Les tendances saisonnières des températures moyennes pour Oran sont plus fraîches en raison de la proximité de la côte et vont de 11,0°C en hiver à 26,8°C en été (Figure 3.2). Aux niveaux national et provincial, les températures moyennes mensuelles maximales peuvent être nettement supérieures aux températures mensuelles moyennes (41,1 °C et 32,9 °C, respectivement). Les précipitations sont également saisonnières à travers l'Algérie et dans la province d'Oran (Figure 3.2). Les mois d'été connaissent très peu de précipitations et les précipitations maximales se produisent pendant les mois d'hiver. Les taux de précipitations à Oran dépassent de loin la moyenne algérienne en raison de la proximité de la province avec la côte.

**Temperature & Precipitation 1991-2020
Oran, Algeria**

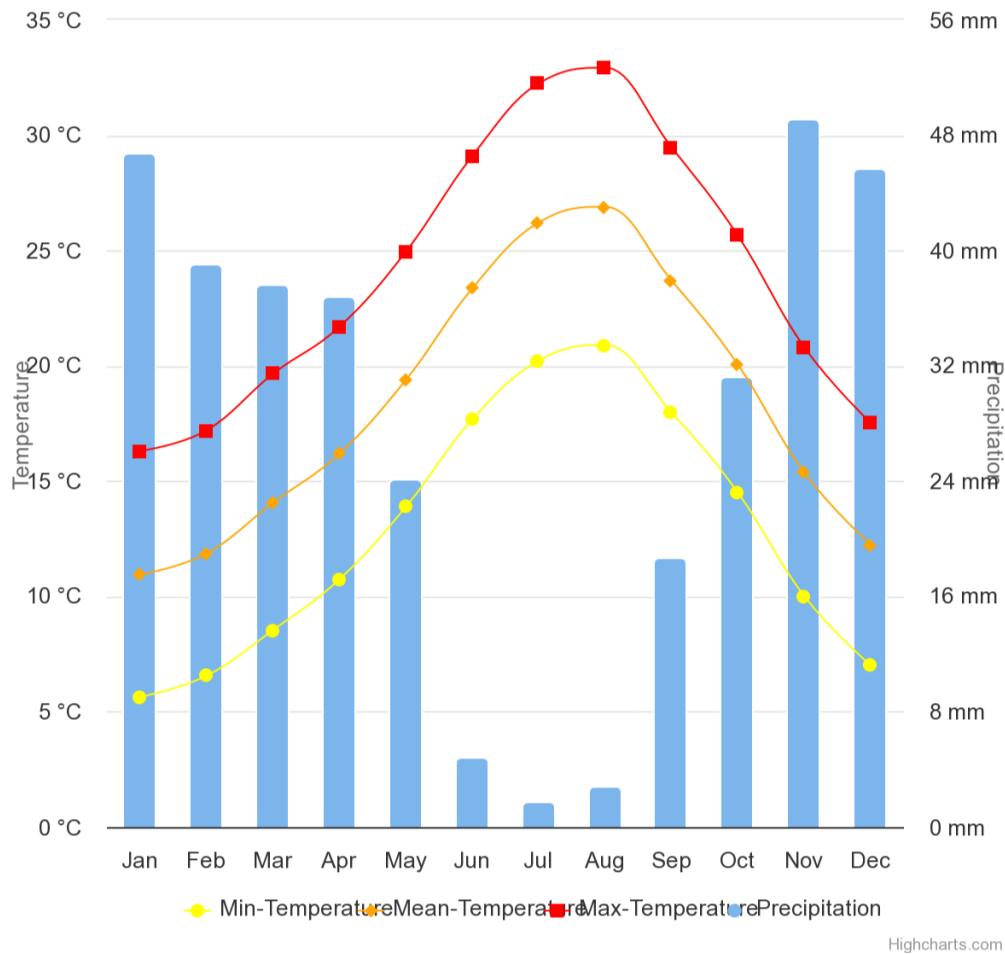


FIG. 4.2 – Données de température et de précipitations saisonnières de référence pour Oran (1991-2020)

La direction prédominante du vent pour la province d’Oran vient du nord-est (Figure 3.3). Les vents du nord-est ont tendance à apporter de l’air chaud et humide et de la pluie dans la région. La direction secondaire du vent vient du sud-ouest. Les vents du sud-ouest ont tendance à produire de l’air chaud et humide et des conditions de tempête de poussière provenant des climats désertiques du sud. Les vents les plus forts se produisent pendant les mois d’hiver et au début du printemps et peuvent atteindre des vitesses de plus de 38 mi/h (Figure 4.2).

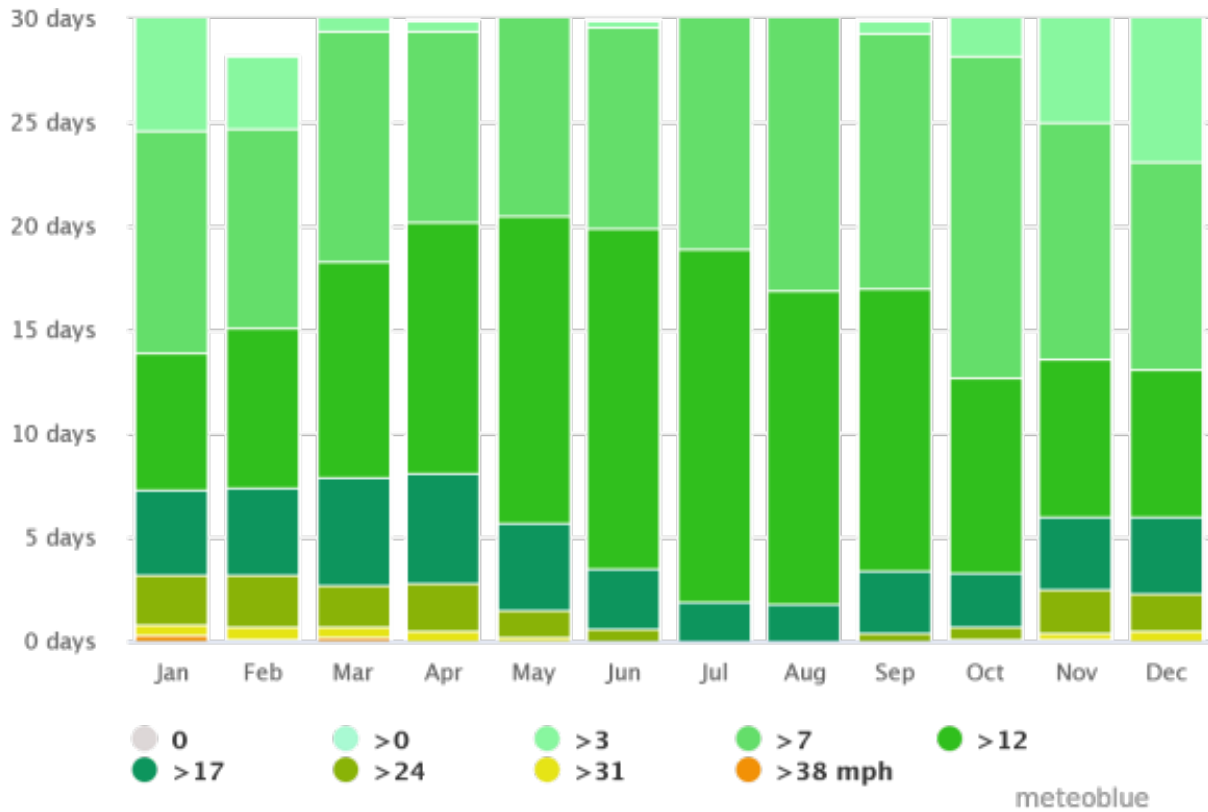


FIG. 4.3 – Référence et données saisonnières de vitesse du vent pour Oran (moyenne sur 30 ans)

4.3.3 Tendence climatique

Température

Les températures moyennes annuelles ont augmenté en Algérie et dans la province d'Oran au cours du siècle dernier (Figure 3.4). La température moyenne annuelle à Oran entre 1901 et 1930 était de 17,2°C. La température moyenne annuelle à Oran sur la dernière décennie (1991 à 2020) était de 18,4°C. La variabilité interannuelle de la température annuelle moyenne est courante pour l'Algérie et Oran. Dans le contexte d'une tendance à la hausse des températures, il y a eu des années relativement plus fraîches, par exemple 1972, 1991 et 2005, dans la région.

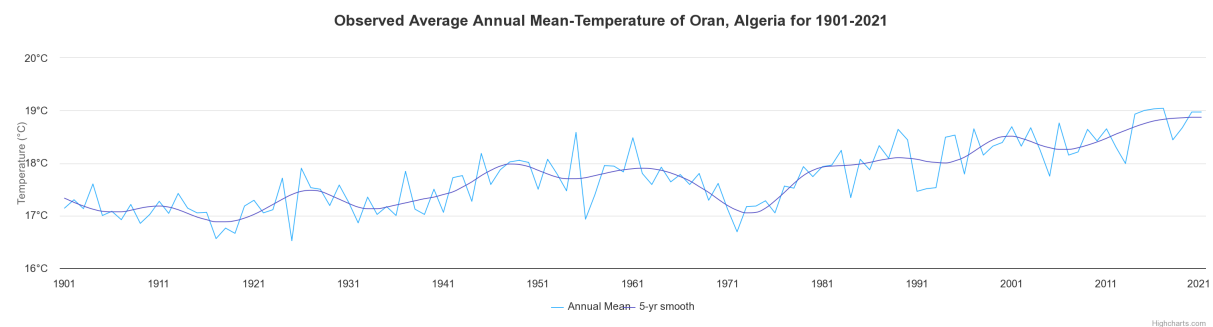


FIG. 4.4 – Données historiques de température moyenne annuelle pour la wilaya d'Oran

Précipitation :

Les précipitations moyennes annuelles ont diminué en Algérie et dans la province d'Oran au cours du siècle dernier (Figure 3.5). Les précipitations annuelles moyennes à Oran entre 1901 et 1930 étaient de 343mm. Les précipitations annuelles moyennes à Oran au cours de la dernière décennie (1991 à 2020) étaient de 302mm. La variabilité interannuelle des précipitations annuelles moyennes est courante en Algérie et à Oran. Dans le contexte d'une tendance à la baisse des précipitations, il y a eu des années relativement très sèches, par exemple en 1970, 1983 et en 2020.

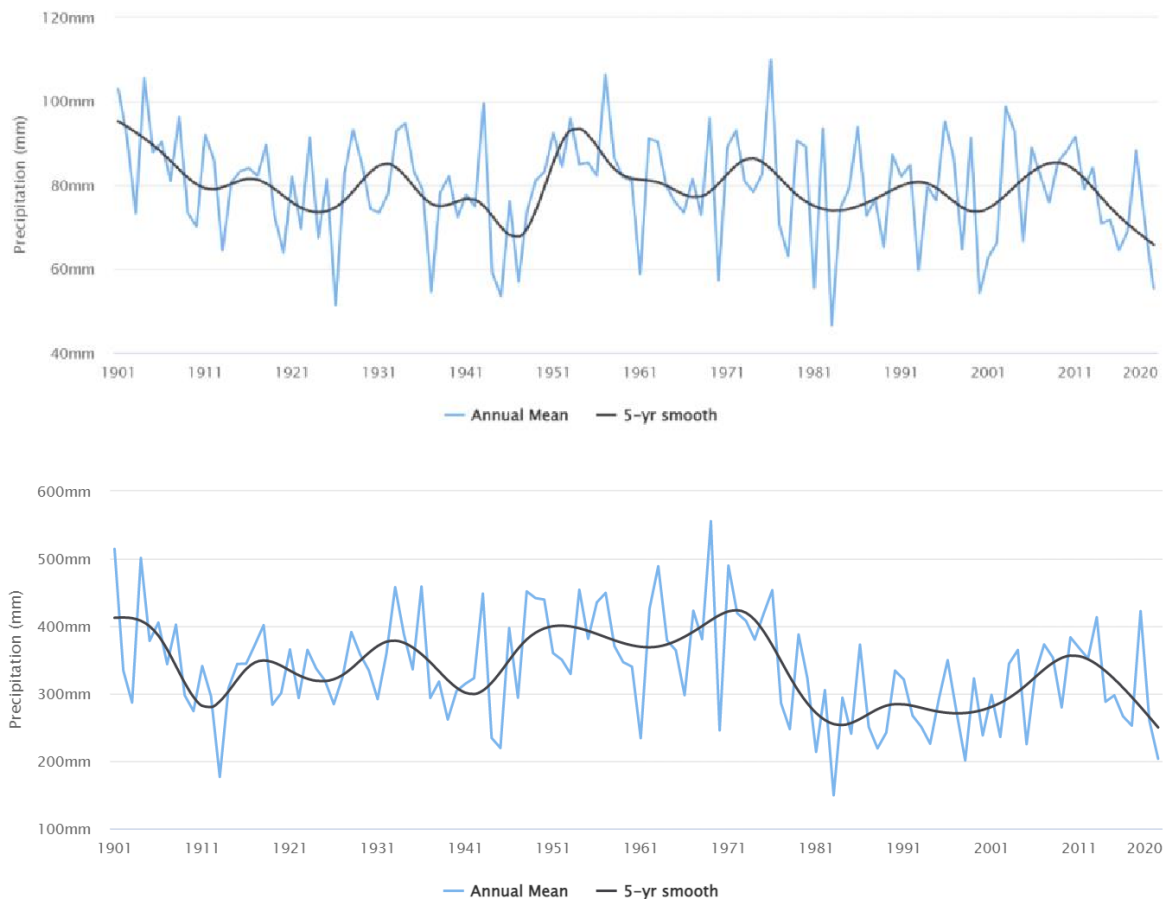


FIG. 4.5 – Données historiques sur les précipitations moyennes annuelles pour l'Algérie (panneau du haut) et Oran (panneau du bas)

4.3.4 Aléa climatique :

L'aléa climatique est un événement susceptible de se produire et pouvant entraîner des dommages sur les populations, les activités et les milieux. Il s'agit soit d'extrêmes climatiques [33], soit d'évolutions à plus ou moins long terme.

On en distingue :

Catastrophes naturelles

Le Groupe de la Banque mondiale a réalisé une évaluation des catastrophes naturelles au Moyen-Orient et en Afrique du Nord en 2014. L'évaluation a identifié que l'Algérie

avait le deuxième plus grand nombre de catastrophes naturelles enregistrées au Moyen-Orient et en Afrique du Nord (Figure 3.6). Les catastrophes les plus fréquentes dans la région (y compris en Algérie) sont les inondations, les tremblements de terre, les tempêtes et les sécheresses[34]. La fréquence des catastrophes a augmenté dans toute la région, principalement en raison de l'exposition et de la vulnérabilité croissante des communautés. Comparée à d'autres pays de la région, l'Algérie est considérée comme un endroit à haut risque d'inondations, de tempêtes et de tremblements de terre. Entre 1980 et 2020, l'Algérie a connu le nombre de catastrophes naturelles suivant :

- Inondations : 36
- Tremblements de terre : 15
- Sécheresses : 4
- Tempête : 4
- Température extrême : 1
- Feux de forêt : 2

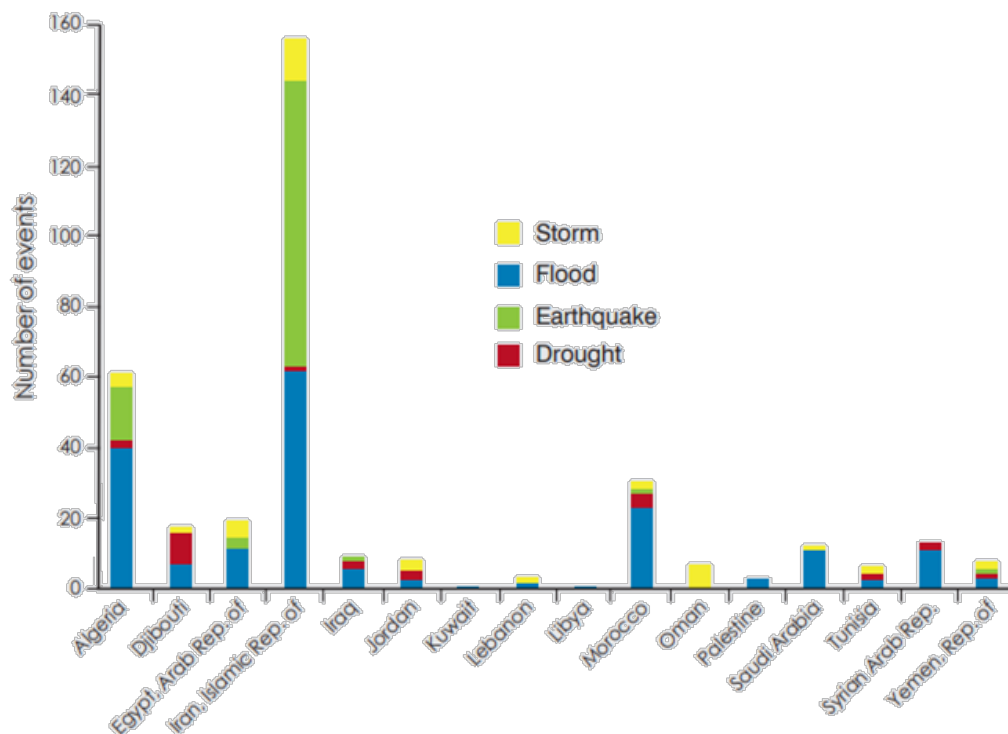


FIG. 4.6 – Comparaison des catastrophes naturelles par type au Moyen Orient et en Afrique du Nord de 1980-2010

La fréquence des tremblements de terre dans le nord de l'Algérie est élevée en raison de la proximité de la région avec la limite de la plaque Afrique de l'Ouest Eurasie⁶. L'activité sismique dans la région peut déclencher des aléas tels que des aléas géologiques (en particulier des glissements de terrain et des chutes de pierres) et des tsunamis. Les tremblements de terre ne sont pas formellement considérés comme des risques liés au climat ; Cependant, ils peuvent interagir avec les systèmes climatiques et environnementaux et exacerber d'autres risques liés au climat[35] (par exemple, déclencher des glissements de terrain plus susceptibles de se produire lors de conditions de précipitations sévères ou déclencher des incendies de forêt plus susceptibles de se produire lors de conditions de températures sévères).

⁶L'Eurasie est un terme géographique désignant conjointement l'Europe et l'Asie en tant que continent unique.

Risque hydrique :

Outre les catastrophes naturelles, le risque hydrique est un risque clé lié au climat dans la région. L'outil Aqueduct du World Resources Institute¹² utilise des données open source évaluées par des pairs pour identifier une gamme de risques liés à l'eau (par exemple, les inondations, les sécheresses et le stress hydrique) dans différentes zones géographiques. Le risque global lié à l'eau est fonction des risques physiques liés à l'eau (par exemple, le stress hydrique de base, la variabilité, les inondations et le potentiel de sécheresse) et des risques réglementaires liés à l'eau (par exemple, les normes d'eau potable et d'assainissement). La majorité de l'Algérie obtient un score « extrêmement élevé » pour le risque lié à l'eau, qui est la catégorie la plus élevée disponible (Figure 3.7). Le site spécifique au projet dans la province d'Oran obtient également un score « extrêmement élevé » pour le risque global lié à l'eau, malgré sa proximité avec la côte. Les contributeurs les plus importants à ce score sont le stress hydrique, le risque d'inondation fluviale et le risque de sécheresse. Le site est également soumis à un potentiel d'eutrophisation⁷ côtière extrêmement élevé (c'est-à-dire lorsque l'environnement devient trop riche en nutriments), ce qui risque de nuire à la qualité de l'eau locale.

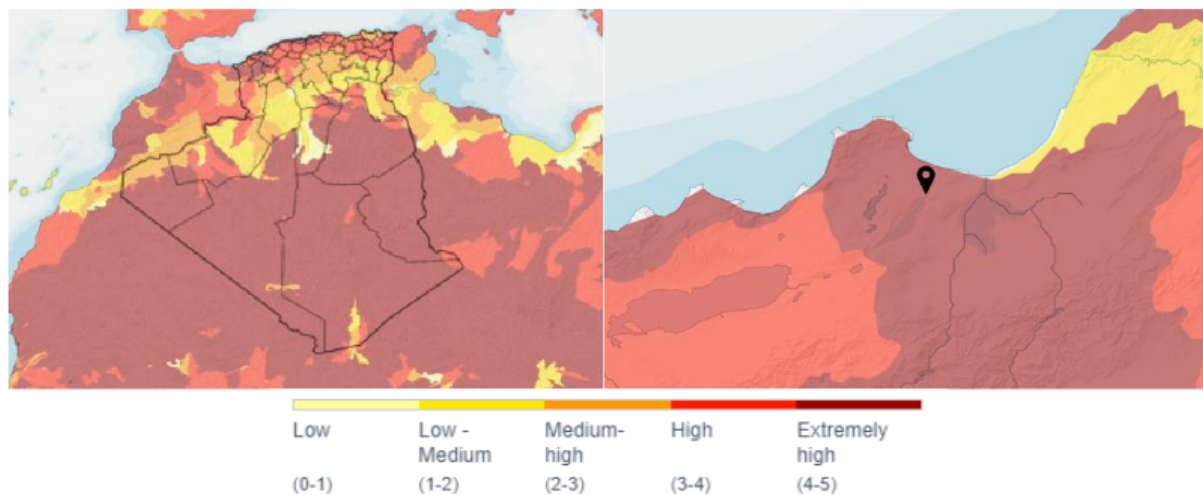


FIG. 4.7 – Classifications actuelles des risques liés à l'eau pour l'Algérie (panneau de gauche) et le site du projet (panneau de droite).

Dangers et risques liés au climat :

La taxonomie de l'UE [33] sur le financement d'une économie européenne durable fournit une classification des risques liés au climat. La classification comprend quatre grands groupes de dangers liés à l'eau, à la température, au vent et aux mouvements de masse. Les dangers liés au climat sont ensuite regroupés avec ceux liés aux risques physiques aigus et ceux liés aux risques physiques chroniques. Les risques physiques aigus sont liés aux risques liés à des événements (par exemple, inondations, incendies de forêt, etc.). Les risques physiques chroniques sont liés aux changements à plus long terme des modèles climatiques (par exemple, élévation du niveau de la mer, changements de température, etc.). La classification de la taxonomie de l'UE pour les risques liés au climat

⁷L'eutrophisation est une forme singulière mais naturelle de pollution de certains écosystèmes aquatiques qui se produit lorsque le milieu reçoit trop de matières nutritives assimilables par les algues et que celles-ci prolifèrent et peuvent réduire la quantité de lumière disponible pour les autres plantes et organismes.

a été utilisée parallèlement à la recherche documentaire pour identifier les risques liés au climat potentiellement importants pour le projet dans le district de Bethioua. Les aléas identifiés liés au climat sont considérés comme des aléas auxquels le projet ou les opérations du projet (actuels et futurs) sont potentiellement exposés.

4.4 Prévisions climatiques

Des projections des variables climatiques pertinentes ont été élaborées au niveau de la wilaya d’Oran pour donner un aperçu des changements liés au climat qui peuvent être attendus selon différents scénarios climatiques. Cinq scénarios climatiques ont été retenus lors du dernier rapport du GIEC AR6 Climate Change 2021. Les Cinq scénarios représentent les futurs climatiques qui suivent :

Les scénarios SSP1-1.9 ; SSP1-2.6 : Correspondent à des trajectoires socio-économiques qui supposent un pic des émissions à l’horizon de 2020, puis une diminution significative des émissions après 2020 conformément à l’objectif de 1,5°C de l’accord de Paris Le scénario SSP2-4.5 [37] est un scénario dit tendanciel « business as usual », où le niveau d’émissions correspond à celui des Contributions Déterminées au niveau National, et où le rythme d’émissions ne subit pas de variations brutales majeures : il peut donc être considéré comme le plus probable.

Le scénario SSP3-7.0 : Apparaît lui aussi comme probable à horizon 2050 mais peu probable à plus long terme, pour les mêmes raisons que pour le SSP5-8.5. À noter que c’est le scénario le plus pessimiste en matière de résilience climatique. Dans ce scénario, la croissance du PIB est la plus faible, le niveau d’éducation de la population est faible et la démographie élevée. Les émissions y sont élevées car les États privilégient la souveraineté énergétique à la coopération et la capacité d’adaptation des sociétés est faible car limitée par des conflits régionaux et des faibles avancées techniques.

Le scénario SSP5-8.5 : Reste quand même probable à horizon de 2050 car se traduit par l’échec des politiques d’atténuation et la continuité des tendances de consommation d’énergie primaire et de mix énergétique. La probabilité de ce scénario à long terme (au-delà de 2050) est peu probable, car il ne tient pas en compte les effets de la dérive climatique sur les activités humaines (et donc sur les émissions) et il est « sans limite » sur la disponibilité en énergies fossiles et en ressources minérales. Il reste donc intéressant de l’étudier à horizon 2050 et à plus long terme pour les systèmes fortement sensibles aux aléas climatiques (ex : les villes côtières) ou très critiques pour les activités humaines (ex : une centrale nucléaire) ou encore à longue durée de vie (ex : les infrastructures).

TAB. 4.9 – Correspondances entre les scénarios SSP et RCP retenus par le GIEC respectivement dans l’AR6 et l’AR5

Scénario SSP	Commentaire
SSP1-1.9	conforme à l’objectif de 1,5°C de l’accord de Paris
SSP1-2.6	Le RCP2.6 induit un réchauffement légèrement plus faible.
SSP2-4.5	Le scénario RCP6.0 est lui aussi proche du SSP2-4.5, jusqu’à 2050.
SSP3-7.0	Dans SSP3-7.0, les émissions d’autres GES que le CO ₂ et d’aérosols sont plus élevées que dans n’importe lequel des RCP.
SSP5-8.5	Le scénario SSP5 est le seul narratif SSP dont les émissions sont suffisamment élevées pour produire un forçage radiatif de 8,5 W.m ⁻² en 2100.

TAB. 4.10 – Niveaux de réchauffement par scénario et par horizon (en °C, « best estimate »)

	Court terme : 2021-2040	Moyen terme : 2041-2060	Long terme : 2081-2100
SSP1-1.9	1,5	1,6	1,4
SSP1-2.6	1,5	1,7	1,8
SSP2-4.5	1,5	2,0	2,7
SSP3-7.0	1,5	2,1	3,6
SSP5-8.5	1,6	2,4	4,4

4.4.1 Modélisation à travers le logiciel SIMCLIM :

Les fonctions les plus élémentaires du système logiciel SimCLIM sont la gestion, l'analyse et la visualisation des données climatiques. Les données climatiques peuvent provenir de différentes sources et présenter différentes caractéristiques, telles que des résolutions spatiales, des formations de données et des périodes différentes. Selon les cas spécifiques, ces données sont post-traitées, normalisées, puis maintenues par CLIMsystems pour être incluses dans SimCLIM.

SimCLIM prend en charge à la fois les données spatiales et les données de site, pour les données spatiales, une région est utilisée comme unité minimale de gestion des données, allant de l'échelle mondiale à un bassin fluvial relativement petit, un état, une province ou une ville. Quelle que soit l'échelle spatiale, les données climatiques peuvent être divisées en périodes de référence et de changement climatique futur. Une période de référence définit le climat observé avec lequel les informations sur le changement climatique sont généralement combinées pour créer un scénario climatique.

Lors de l'utilisation des résultats des modèles climatiques pour la construction de scénarios, une période de référence est définie et à partir de laquelle le changement climatique futur modélisé. Étant donné que SimCLIM [42] toujours les rapports du GIEC (actuellement le sixième rapport d'évaluation), SimCLIM AR6 pour Desktop se concentre principalement sur les ensembles de données CMIP6 du GIEC, et la période de référence s'étend généralement de 1991 à 2020 (centrée sur 2005).

Dans SimCLIM AR6 pour Desktop⁸, l'ensemble de données spatiales le plus basique (période de référence et futur) est exécuté à l'échelle mondiale avec une résolution de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. Les zones d'étude à plus haute résolution spatiale pour d'autres régions sont généralement dérivées de cet ensemble de données à l'aide de méthodes d'interpolation non linéaire/linéaire.

En ce qui concerne les données du site, elles font partie de l'ensemble de données d'observation et sont collectées à partir de réseaux d'observations mondiaux publics ou de départements météorologiques nationaux. Elles sont gérées et visualisées à l'échelle mondiale sans utiliser de régions particulières, car leurs emplacements spatiaux sont définis par leur latitude et leur longitude

Les modèles climatiques mondiaux (GCM)⁹ résolvent numériquement les équations budgétaires sur un ordinateur. Ces équations sont basées sur la conservation de l'énergie,

⁸Système d'exploitation

⁹Un modèle de circulation générale est un modèle climatique. Il s'appuie sur les équations de Navier-

de la quantité de mouvement et de la masse (air, eau, carbone et autres éléments, substances et traceurs pertinents). Typiquement, elles sont résolues dans des boîtes séparées représentant des régions spécifiques des composantes du système climatique de la Terre. Aux limites de ces boîtes, il y a un échange d'énergie, de quantité de mouvement et de masse. L'échange de flux d'eau ou d'air d'une boîte à une autre est appelé advection. Les variables telles que la température, l'humidité spécifique dans l'atmosphère ou la salinité dans l'océan, ainsi que les trois composantes de la vitesse (zonal, méridional et vertical), sont calculées dans chaque boîte[36].

Les équations de quantité de mouvement, qui sont utilisées pour calculer les vitesses, sont basées sur les lois du mouvement de Newton et incluent les effets de la rotation de la Terre, tels que la force de Coriolis. Les équations de température sont basées sur les lois de la thermodynamique. Ainsi, les modèles climatiques représentent les lois fondamentales de la physique appliquées au système climatique de la Terre. Le logiciel utilise les scénarios du GIEC.

Exemple : Méthodologie de génération de l'élévation moyenne du niveau de la mer.

Les scénarios d'élévation moyenne du niveau de la mer à l'échelle mondiale sont facilement disponibles et sont régulièrement mis à jour par le GIEC. Jusqu'à présent, la plupart des évaluations des impacts côtiers et des adaptations ont ignoré les variations régionales dans les scénarios d'élévation du niveau de la mer, principalement en raison d'un manque de directives techniques et d'un accès aux données nécessaires sous une forme utilisable. Cela a été corrigé par le rapport du GIEC en 2011, qui inclut les résultats de l'élévation du niveau de la mer générés à l'aide du système de modélisation SimCLIM (Nicholls et al., 2011). Néanmoins, les évaluations régionales et locales bénéficient de la prise en compte des composantes du changement du niveau de la mer sur une base plus individuelle, car l'incertitude du changement du niveau de la mer au cours du 21^e siècle à un site donné est susceptible d'être plus grande que ce que les scénarios d'élévation moyenne mondiale suggèrent. Le schéma régional de l'expansion thermique sous la contrainte RCP¹⁰ peut être abordé en utilisant une méthode d'échelle de modèle similaire à celle appliquée précédemment pour d'autres variables climatiques. En appliquant la méthode d'échelle de modèle à l'élévation du niveau de la mer, des motifs "standardisés" (ou "normalisés") de changement régional de l'expansion thermique, tels que produits par les AOGCM¹¹ couplés, sont dérivés en divisant le motif spatial moyen de changement pour une période future (par exemple, 2081-2100) par la valeur moyenne mondiale correspondante de l'expansion thermique pour la même période. Le motif standardisé de l'élévation du niveau de la mer est exprimé par unité d'expansion thermique moyenne mondiale.

L'approche d'échelle de modèle a été formalisée au sein d'un système de modélisation d'évaluation intégrée appelé SimCLIM AR6 pour Desktop. L'équation suivante est utilisée pour calculer les motifs normalisés de l'élévation de la surface de la mer (ou hauteur de la

Stokes, appliquées à une sphère en rotation ainsi que sur des équations d'équilibre de la thermodynamique pour inclure les sources d'énergie.

¹⁰ Les scénarios RCP sont quatre scénarios de trajectoire du forçage radiatif jusqu'à l'horizon 2100. Ces scénarios ont été établis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat pour son cinquième rapport, AR5.

¹¹ Atmospheric Oceanic Global Circulation Model ». Il s'agit d'une autre catégorie de GCM, qui prennent en compte l'atmosphère et l'océan.

surface de la mer par rapport au géoïde¹², ZOS), appelés ZOS (unité : cm/cm GSLR) :

$$\Delta ZOS_{ij} = \frac{(\Delta OS_{ij2090} - \Delta OS_{ij2005}) - \Delta ZOS_{global} + \Delta GSLR}{\Delta GSLR}$$

Où :

ZOS_{global} est le changement annuel moyen mondial du niveau de la mer calculé directement à partir des données ZOS en grille du GCM.

$$\Delta GSLR = ZOSGA_{2090} - ZOSGA_{2005}$$

Où :

- $\Delta GSLR$ est le changement annuel moyen mondial du niveau de la mer à partir de l'ensemble de données ZOSGA.
- $ZOSGA_{2090}$ est la hauteur mondiale du niveau de la mer en 2090, $ZOSGA_{2005}$ était la hauteur mondiale du niveau de la mer en 2005.
- 2090 est la moyenne de 2080-2100.
- 2005 est la moyenne de 1996-2024.
- i désigne la latitude et j la longitude de l'emplacement étudié.

Remarque : Théoriquement, ΔZOS_{global} devrait être égal à $\Delta GSLR$.

Cependant, lors du traitement des données, il a été constaté que pour certains GCM, ces deux variables sont différentes, soit en raison de dérives du modèle, soit pour d'autres raisons obscures, c'est pourquoi ces deux variables ont été différenciées dans l'analyse afin d'éliminer l'erreur de dérive dans l'ensemble de données ZOS.

37 GCM avec des données ZOS locales et ZOSTOGA sont utilisés dans SimCLIM AR6 for Desktop (Annexe).

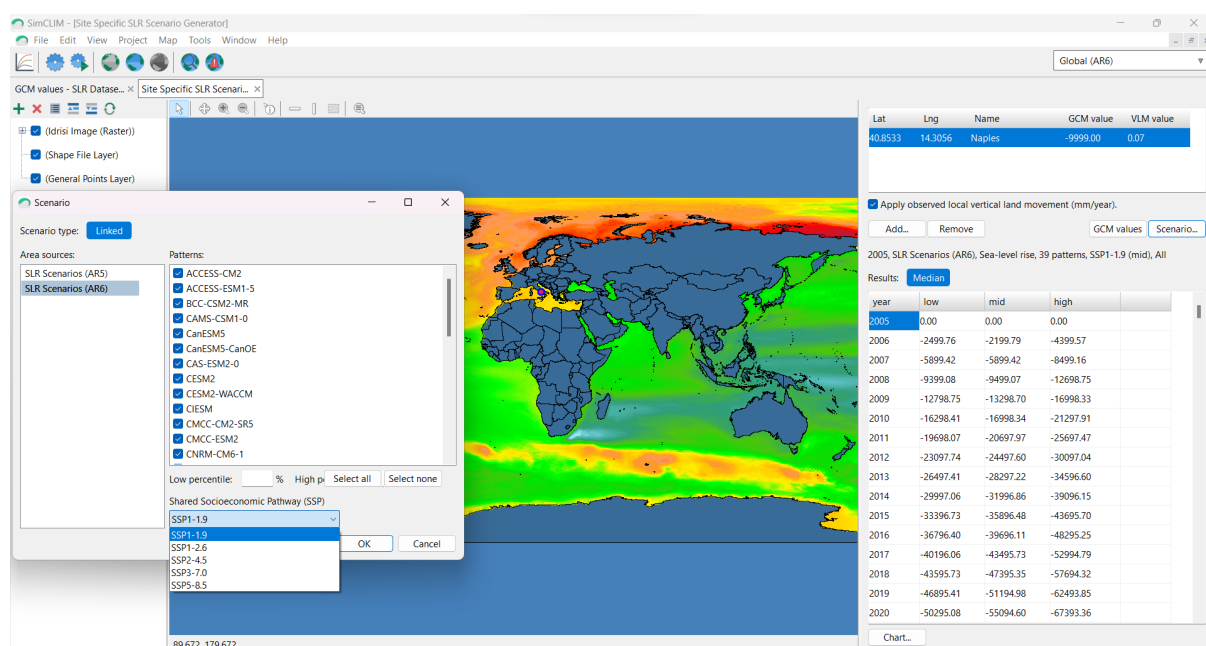


FIG. 4.8 – Interface du logiciel

¹²Un géoïde est une surface équipotentielle de référence du champ de pesanteur terrestre.

4.4.2 Prévisions des Température :

Les prévisions de température proviennent de la sixième phase du projet d'intercomparaison de modèles couplés (CMIP6)[35]. Les données du CMIP6 ont été consultées à partir du portail de connaissances sur le changement climatique. Les projections ont été présentées sous forme de valeurs médianes modélisées.

Les variables considérées sont :

- Température moyenne : la variation de la température moyenne par rapport à la référence de 1995-2014. Température maximale : la variation de la valeur moyenne des températures maximales journalières par rapport à la référence de 1995-2014.
- Température extrême (35°C) : le nombre absolu de jours pendant lesquels les températures quotidiennes maximales dépassent 35°C.
- Température extrême (40°C) : le nombre absolu de jours pendant lesquels les températures journalières maximales dépassent 40°C.
- Température minimale : variation de la valeur moyenne des températures minimales quotidiennes par rapport à la référence de 1995-2014.

La température devrait augmenter au fil du temps à la wilaya d'Oran (Tableau 2).. Les températures moyennes, maximales et minimales devraient toutes être plus chaudes par rapport à la période de référence de 1995-2014. Le nombre de jours avec des températures supérieures à 35°C ou 40°C devrait également augmenter au fil du temps. Pour la région méditerranéenne, le GIEC déclare avec un « degré de confiance élevé »¹³ que les températures moyennes et extrêmes augmenteront, accompagnées d'une diminution des vagues de froid et du gel.

Le changement de température moyenne à la wilaya d'Oran devrait augmenter jusqu'à 2,5 °C d'ici 2100 (Mid, SSP2-4,5), bien que cette augmentation de la moyenne puisse atteindre 3.4 °C (High, SSP2-4,5). À court terme, la température moyenne (Mid, SSP2-4,5) à Oran devrait augmenter jusqu'à 0,9 °C, démontrant que le réchauffement se produira quel que soit le scénario climatique. L'incertitude sur l'évolution de la température moyenne augmente avec le temps. À court terme, la différence entre les Mid et High sous SSP2-4,5 est de 0.8 °C, contre 1.6 °C à long terme (2100).

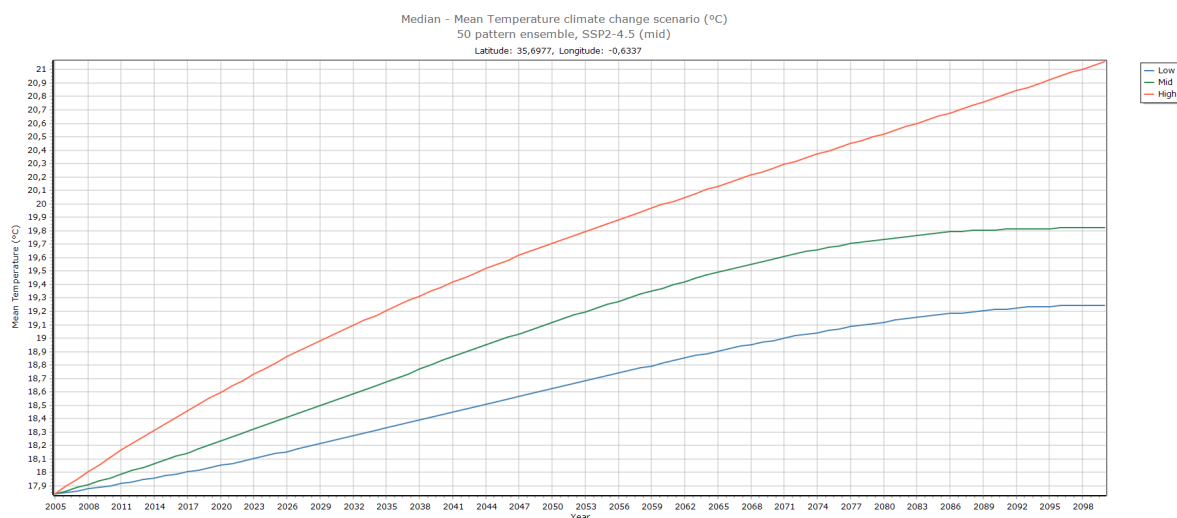


FIG. 4.9 – Prévisions des températures moyennes (2020-2100) à la wilaya d'Oran

¹³C'est-à-dire qu'il existe un accord scientifique avec des preuves moyennes à élevées

Les changements dans les températures minimales moyennes à Oran suivent des schémas globalement similaires de changements dans les températures moyennes et les changements dans les températures maximales moyennes. Les valeurs médianes augmentent avec le temps dans les deux scénarios climatiques. Les plages inférieures des projections modélisées (Mid) démontrent toutes que les modèles conviennent à l'unanimité que les températures augmenteront dans cette région.

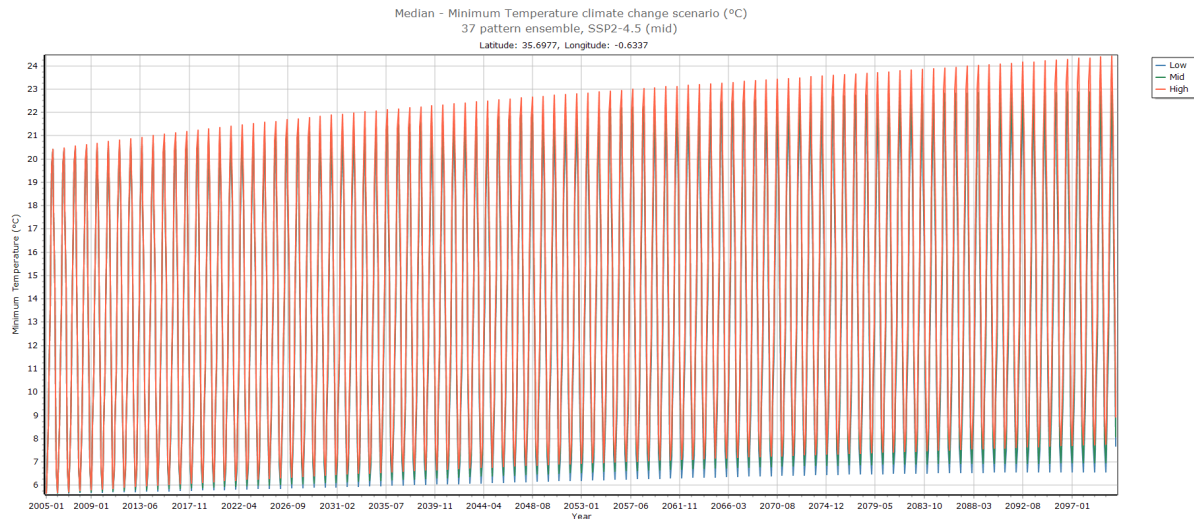


FIG. 4.10 – Prévisions des températures minimales moyennes (2020-2100) à la wilaya d’Oran

Le nombre absolu de journées très chaudes avec des températures maximales supérieures à 35°C augmentera avec le temps à Oran, où il passera de 94 jours par an à court terme à 119 par an au long terme. De même, le nombre absolu de journées extrêmement chaudes avec des températures maximales supérieures à 40°C augmentera avec le temps jusqu’à atteindre 22 jours/an (High, SSP24,5) au long terme, contre 0 maintenant. Cependant Oran connaîtra beaucoup moins de jours de chaleur extrême par rapport à l’Algérie en raison de la proximité de la région avec la côte.

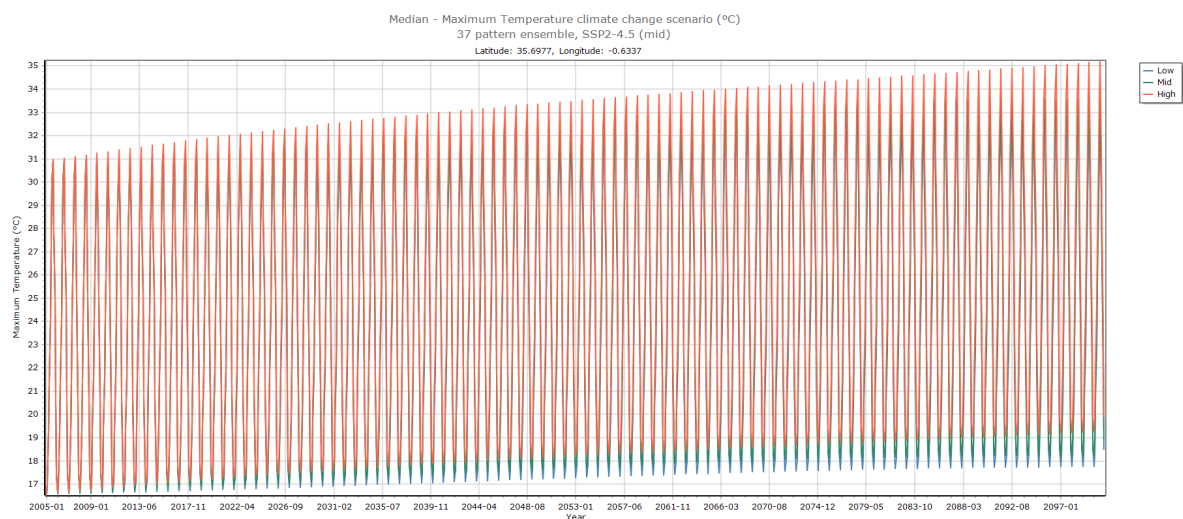


FIG. 4.11 – Prévisions des températures maximales moyennes (2020-2100) à la wilaya d’Oran

TAB. 4.11 – Tableau récapitulatif des prévisions climatiques liées à la température pour la wilaya d’Oran

Température Variable		2020-2039			2040-2059			2060-2099		
		Low	Mid	High	Low	Mid	High	Low	Mid	High
Température moyenne	Changement de la température de l’air près de la surface (°C) par rapport à 1995-2014	0.6	0.9	1.4	1	1.6	2.1	1.8	2.5	3.4
Température maximale	Évolution de la moyenne des températures maximales journalières (°C) par rapport à 1995-2014	0.6	1	1.4	1.1	1.7	2.3	1.9	2.8	3.7
Jours très chauds >35°	Nombres de jours de températures maximales >35°	9	30	57	18	39	65	29	60	80
Jours extrêmement chauds >40°	Nombres de jours de températures maximales >40°	0	0.4	5.4	0	1	8.9	0	6	22
Température minimales	Changement de la température de l’air près de la surface (°C) par rapport à 1995-2014	0.5	0.9	1.3	0.9	1.4	2	1.2	2.3	3.1

— Pour comparer les résultats obtenus on a établi une modélisation de la température moyenne de la ville de Naples au sud de l’Italie pour le même horizon temporel et le même scénario.

Cette région a été choisie pour ses similitudes avec la région de l’oranais (climat méditerranéen, proximité de la côte, activité industrielle et agricole et environnement socio-économique).

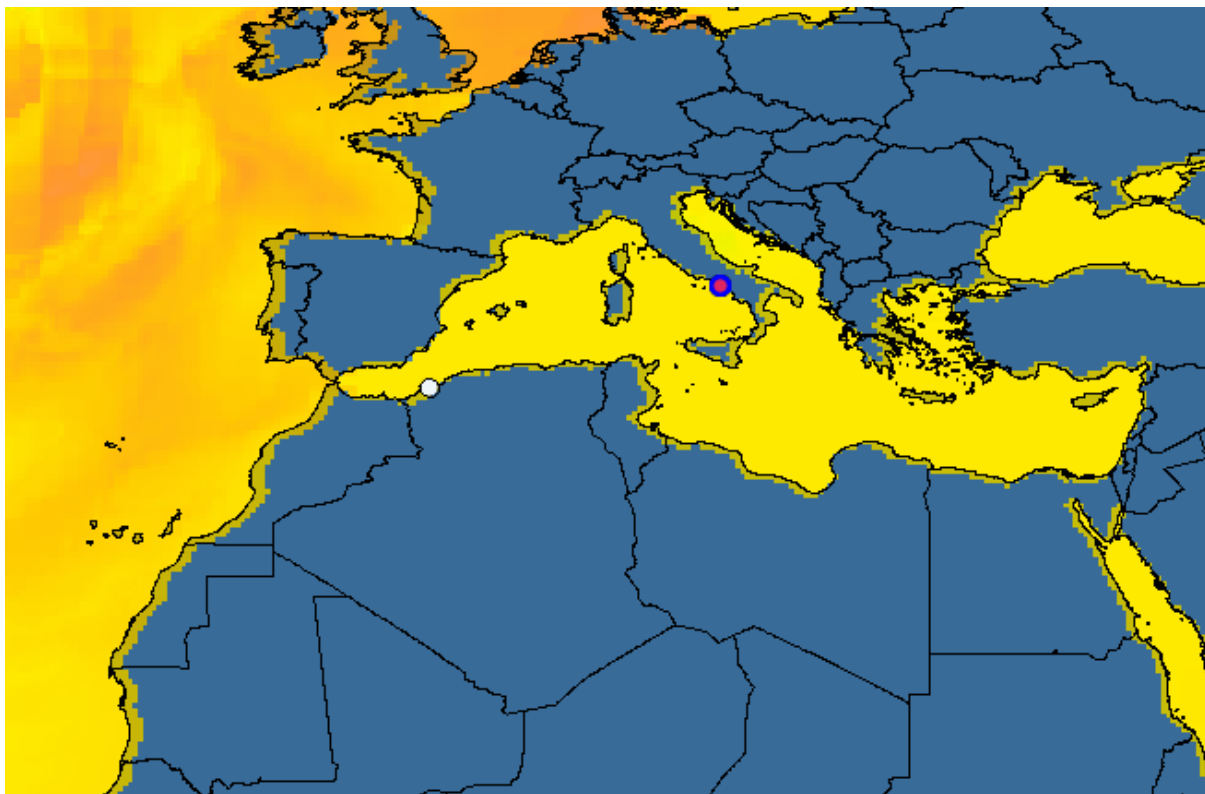


FIG. 4.12 – Position géographique d’Oran et Naples

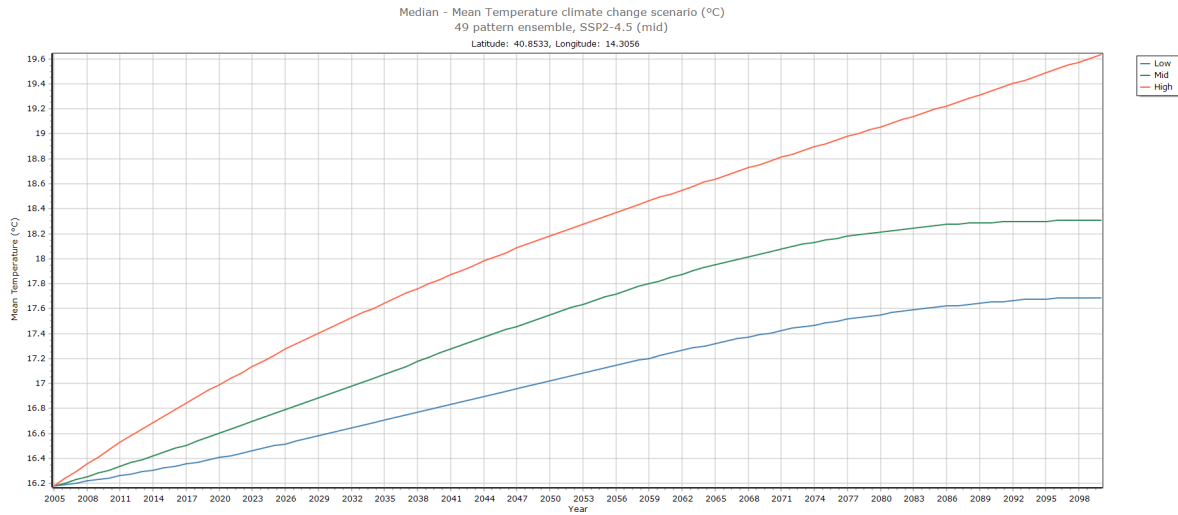


FIG. 4.13 – Prévisions des températures moyennes (2020-2100) à Naples

On remarque qu'à Naples la température moyenne en 2020 est de 17 ° et que sous un scénario SSP2-4.5 (High) la température atteindra 17.5° à court terme , 18.2 à moyen terme jusqu'à atteindre 19.6 d'ici 2100. On note une élévation de 2.6° par rapport à 2020, contre une élévation de 2.4° à Oran pour la même année. Ceci montre en premier lieu que le réchauffement climatique aura lieu quel que soit la ville,région ou le pays, cependant Naples a subi une légère plus haute élévation de la température moyenne entre 2020-2100 et ceci est dû principalement à la concentration de gaz à effet de serre qui accélère le processus de réchauffement climatique, où on note 5.3 tonnes métriques par habitant en Italie en 2019 contre 4 en Algérie (voir Figure 4.13).

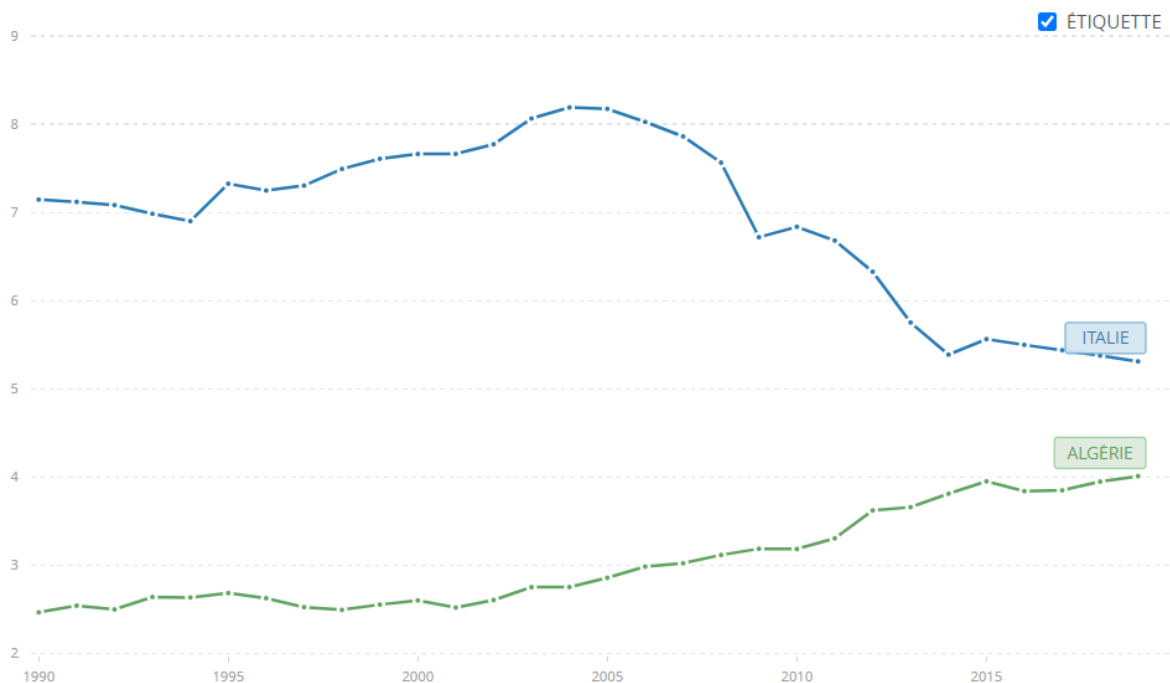


FIG. 4.14 – Émissions de CO2 (tonnes métriques par habitant) - Italy, Algérie

4.4.3 Prévisions des précipitation

Les projections de précipitations proviennent de la sixième phase du projet d'inter-comparaison de modèles couplés (CMIP6). Les données du CMIP6 ont été consultées à partir du Portail de connaissances sur le changement climatique (Groupe de la Banque mondiale). Les projections ont été présentées sous forme de valeurs médianes modélisées pour chaque horizon temporel Les variables climatiques liées aux précipitations considérées sont :

- Précipitations moyennes.
- Précipitations totales : la variation des précipitations totales par rapport à la référence de 1995-2014.

Pour la région méditerranéenne, le GIEC déclare avec une grande confiance qu'il y aura une diminution des précipitations moyennes et une augmentation de l'aridité, de la sécheresse hydrologique, agricole et écologique et du temps de feu. Le GIEC indique également avec une confiance moyenne¹⁴ qu'il y aura une augmentation des fortes précipitations et du potentiel d'inondations pluviales dans la région méditerranéenne. Le changement moyen des précipitations à Oran devrait diminuer jusqu'à 280 mm/an d'ici 2100 . À court terme, les précipitations moyennes à Oran devraient diminuer jusqu'à 319 mm /an. L'incertitude sur l'évolution des précipitations annuelles moyennes est importante. Malgré les valeurs médianes du modèle présentant une nette baisse dans les précipitations, les valeurs du tableau montrent qu'il y a une faible probabilité que les précipitations augmentent. Les tendances moyennes indiquent un assèchement relatif du littoral méditerranéen nord-africain. Si de fortes précipitations se produisent, il est peu probable qu'elles modifient le nombre moyen de jours consécutifs humides ou secs, ce qui suggère que les précipitations peuvent être intenses mais de courte durée lorsqu'elles se produisent.

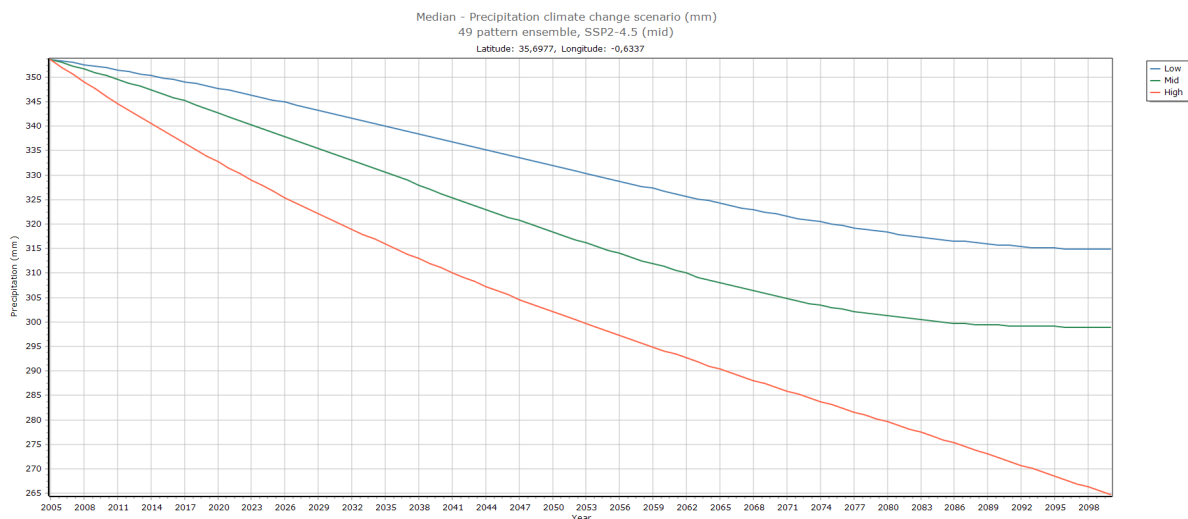


FIG. 4.15 – Prévisions des précipitations moyennes (2020-2100) à la wilaya d'Oran

¹⁴C'est à dire un moyen accord et des preuves limitées

TAB. 4.12 – Tableau récapitulatif des projections climatiques liées à la précipitation pour la wilaya d’Oran

Variation de précipitation	2020-2039			2040-2059			2060-2099		
	Low	Mid	High	Low	Mid	High	Low	Mid	High
Précipitations moyennes (mm)	342	333	319	332	319	303	318	302	280
Changement (mm) des précipitations annuelles par rapport à 1995-2014	-11	-20	-34	-21	-34	-50	-35	-51	-73

4.4.4 Prévisions de la vitesse des vents

Les vents extrêmes sont définis comme les plus fortes vitesses de vent près de la surface et sont généralement associés à des tempêtes extrêmes. Le GIEC divise les tempêtes extrêmes en deux catégories principales en fonction de la latitude géographique :

- Les cyclones tropicaux (TC) aux latitudes tropicales.
- Les cyclones extratropicaux (ETC) aux latitudes moyennes.

Le site du projet rentre dans la catégorie de l’Afrique du Nord et de la région méditerranéenne (cyclones extratropicaux). Globalement, les changements de fréquence et d’intensité des tempêtes apparaissent spatialement non uniformes avec de fortes incertitudes. Dans l’ensemble, il y a une faible confiance¹⁵ dans la fréquence projetée des ETC dans l’hémisphère Nord et il y a un faible accord dans les modèles climatiques CMIP5 et CMIP6 en ce qui concerne les projections de vitesse du vent pour l’Afrique du Nord.

Cependant il existe une confiance moyenne dans le fait que les changements d’intensité d’ETC seront faibles, avec des déplacements vers les pôles. Les changements dans les trajectoires des tempêtes pourraient modifier considérablement la vitesse des vents extrêmes au niveau local. Il existe un signal plus robuste de la diminution de la vitesse des vents méditerranéens au fil du temps que les projections terrestres en Afrique du Nord. En tant que wilaya côtière, Oran pourrait réaliser cette tendance à plus long terme. Avec de fortes incertitudes concernant l’occurrence, il est plausible que la fréquence des événements extrêmes liés aux vents puisse diminuer à mesure que les trajectoires des tempêtes se déplacent vers les pôles, mais cette intensité peut augmenter. L’ampleur de l’intensité dépendra fortement de l’emplacement (proximité de la mer/niveau et nature de sol/abritant activité industrielle).

Le consensus actuel est qu’il existe une faible concordance du modèle, une forte incertitude et une non uniformité dans les projections de vitesse du vent, mais ce qui est sûr c’est que l’Afrique du Nord-ouest va connaître une diminution de la vitesse du vent associée aux ETC à plus long terme, et des intensités potentiellement plus élevées lorsque des ETC se produisent.

¹⁵C’est à dire un faible accord et des preuves limitées

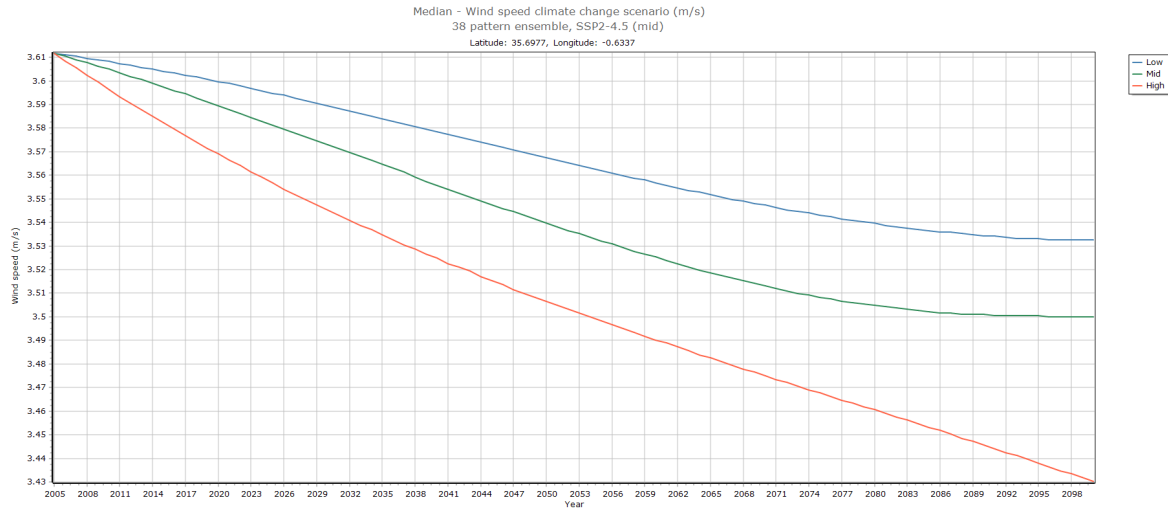


FIG. 4.16 – Prévisions de la vitesses des vents (2020-2100) à la wilaya d’Oran

4.4.5 Prévisions du niveau de la mer :

Le niveau de la mer augmente dans le monde entier en raison du changement climatique (Figure 4.16). Les principaux contributeurs à l’élévation mondiale du niveau de la mer sont l’expansion thermique des océans et la fonte des glaces provenant de sources terrestres telles que le Groenland, l’antarctique, et les glaciers.

”En réalité”, précise Anny Cazenave, chercheuse au Laboratoire d’études en géophysique et océanographie spatiale à Toulouse, ”la courbe d’évolution du niveau moyen global de la mer est exponentielle. En effet, en raison de problèmes instrumentaux, les six premières années de la mission TOPEX-Poséidon avaient surestimé la hausse de la mer. En corrigeant cet effet, on se rend compte que le niveau moyen de la mer ne monte pas à vitesse constante, mais qu’il y a une nette accélération ces dernières années due à la fonte accrue des glaces du Groenland et de l’antarctique”[37].

En effet, selon la National Aeronautics and Space Administration (NASA)le taux d’élévation du niveau moyen mondial de la mer a augmenté. Entre 1993 et 2017, le taux d’élévation du niveau moyen mondial de la mer était de 3,3 mm/an[27, 38].

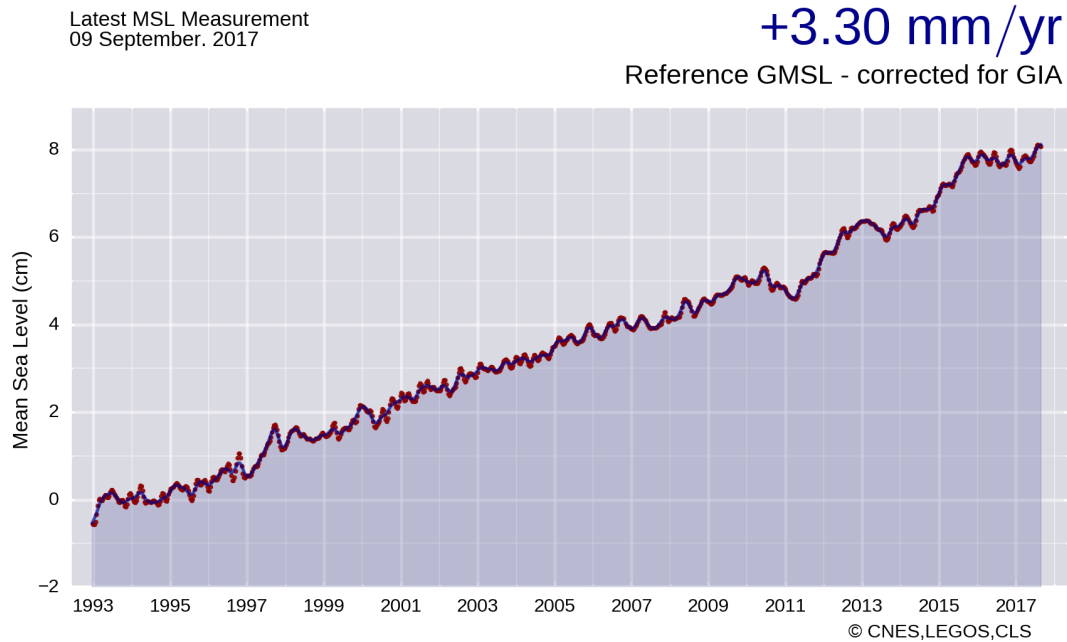


FIG. 4.17 – L'élévation du niveau de mer entre 1993-2017

Pour explorer les changements locaux du niveau de la mer pertinents pour le projet, les projections du niveau de la mer du GIEC AR6 (2021) ont été consultées pour la région méditerranéenne à l'aide de l'Atlas interactif du GIEC[42]. Des projections ont été élaborées pour des horizons temporels et des scénarios climatiques équivalents à ceux utilisés pour les projections de température et de précipitations. Le niveau de la mer devrait augmenter dans toute la région méditerranéenne notamment à la wilaya d'Oran. À court terme, le niveau de la mer devrait augmenter d'environ 0,1 m. À moyen terme, le niveau de la mer devrait monter jusqu'à près de 0,4 m, mais cette hausse pourrait atteindre presque 1,0 m à long terme. Cette augmentation du niveau de la mer aura un impact significatif sur les fréquences de période de retour des événements extrêmes de niveau d'eau (par exemple, des ondes de tempête).

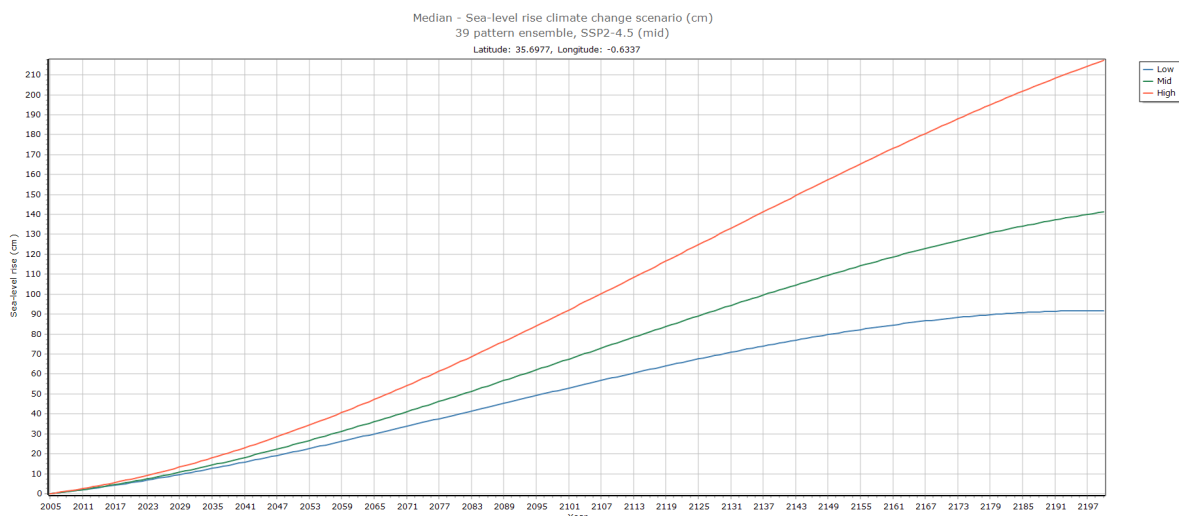


FIG. 4.18 – Prévisions du niveau de mer (2020-2100) à la wilaya d'Oran

Des changements relativement faibles dans l'élévation du niveau de la mer peuvent augmenter considérablement la fréquence des périodes de retour des niveaux d'eau ex-

trêmes. Les événements de niveaux d'eau extrêmes se produisent sous la forme d'une combinaison du niveau de base de la mer, des marées astronomiques, de la pression atmosphérique, des ondes de tempête et du climat des vagues. Pour explorer l'impact de l'élévation du niveau de la mer sur la fréquence des périodes de retour du niveau d'eau extrême, des facteurs d'amplification pour les événements de niveau d'eau extrême ont été développés pour le marégraphe¹⁶ disponible le plus proche du site du projet. Les facteurs d'amplification définissent l'augmentation de la fréquence d'occurrence des événements de niveaux d'eau extrêmes qui ont actuellement une période de retour de 1 sur 100 ans, en raison d'un changement du niveau moyen de la mer (GIEC 2019). Le site marégraphique le plus proche avec des facteurs d'amplification disponibles est celui de Malaga, en Espagne, à environ 375 km au nord-ouest d'Oran.

À court terme (équivalent à 2040), le facteur d'amplification moyen de l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes de niveau d'eau avec un courant 1 dans une période de retour de 100 ans est un facteur de 108. C'est à dire qu'un événement de niveau d'eau extrême avec une probabilité actuelle de 1 sur 100, deviendra un événement de 1 sur 1 an (c'est à dire annuel ou plus) d'ici 2040 sous ce scénario. À long terme (équivalent à 2090), le facteur d'amplification moyen de l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes de niveau d'eau avec un courant 1 dans une période de retour de 100 ans est un facteur 1186. C'est à dire qu'un événement de niveau d'eau extrême avec une probabilité actuelle de 1 sur 100 deviendra un événement de 12 sur 1 an d'ici 2090 selon ce scénario. Le GIEC est convaincue que ces augmentations de l'élévation du niveau de la mer et des événements extrêmes du niveau de l'eau se produiront et contribueront à une augmentation de la pollution côtière, inondations et érosion côtière.

TAB. 4.13 – Tableau récapitulatif des prévisions climatiques liées à l'élévation du niveau de pour la wilaya d'Oran

Variation du niveau de mer	2020-2039			2040-2059			2060-2099		
	Low	Mid	High	Low	Mid	High	Low	Mid	High
L'élévation du niveau de mer (cm)	10	10	14	22	28	40	55	70	100

4.5 Risques climatiques

Les risques liés au climat pertinents pour le projet ont été initialement identifiés en examinant la série de risques climatiques physiques présentés dans la taxonomie de l'UE. Les risques ont ensuite été décrits au moyen d'énoncés des voies d'impact susceptibles d'avoir un effet important sur une ou plusieurs composantes du projet. Les composantes du projet considérées ont été prédéfinies et sont présentées dans le tableau ci-dessous (TAB. 4.10).

Chaque terme considéré (sensibilité, capacité d'adaptation, vulnérabilité, ampleur et probabilité) est noté entre 1 et 5 (veuillez consulter l'annexe pour les caractéristiques de notation). Les scores de risque finaux ont été normalisés sur une échelle comprise entre 1 et 100.

Les risques physiques liés au climat comprennent ceux associés aux dangers liés à la température (TAB. 4.11), à l'eau (TAB. 4.12) et au vent (TAB. 4.13). Outre les risques climatiques physiques, les risques climatiques liés à la décarbonisation des économies

¹⁶Un marégraphe est un appareil enregistreur permettant de mesurer le niveau de la mer

Chapitre 4. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION DES RISQUES LIÉS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE PROJET

(c'est-à-dire les risques de transition) ont également été identifiés, décrits et notés comme ci-dessus (TAB. 4.13).

TAB. 4.14 – Composantes du projet prises en compte dans les descriptions des voies d'impact des risques.

Composant principal	Composants secondaires	Exemples
Énergie	Gaz naturel Électricité Oxygène	Fours, gaz réducteurs, production de vapeur, lignes à haute tension.
Transport	Transport routier Pipeline Convoyeur Maritime	Routes, infrastructures côtières, distribution de matériaux et de produits, gaz naturel.
Process	Stockage Unités de pelletisation Fonderies Production d'oxygène Prélèvement d'eau	Produits, minerai de fer, ferrailles, procédés MIDREX, fours et systèmes de coulée, laminage, pressage, refroidissement.
la main d'oeuvre	Logistique Distribution Maintenance Administration Commercial	

TAB. 4.15 – Risques climatiques liés à la température (aiguës et chroniques).

Température risée	Composant à risque	Voies d'impact	Impact du changement climatique	Notation des risques
Canicule (aiguë)	Main d'oeuvre	Les températures extrêmes peuvent créer des conditions de travail inacceptables et/ou improductives pour les employés diminuant potentiellement la productivité, la production et les revenus. Dans les fonderies, les vagues de chaleur peuvent menacer le bien-être et mettre la vie en danger.	Avec des augmentations possibles des températures moyennes et maximales de 3.7°C D'ici 2100, et le nombre de jours très chauds dépassant 35°C pouvant augmenter progressivement au fil du temps à Oran, les vagues de chaleur pourraient devenir plus fréquentes.	Sensibilité
				capacité d'adaptation
				vulnérabilité
				Magnitude
Incendies (aigus)	Toutes les composantes	Le site du projet n'est pas directement exposé aux conditions d'incendie de forêt, cependant, la région d'Oran possède des zones forestières qui présentent un risque et peuvent avoir un impact sur les opérations du projet (fumée toxique, risque pour la main-d'oeuvre et les infrastructures).	Avec des augmentations possibles des températures moyennes et maximales de 3.7°C d'ici 2100 à Oran, associée à une éventuelle augmentation progressive du nombre de jours secs consécutifs au fil du temps, les incendies de forêt pourraient devenir plus fréquents.	Sensibilité
				capacité d'adaptation
				vulnérabilité
				Magnitude
Stress thermique (chronique)	Transport (pipeline, convoyeurs, transport routier, etc.) la main d'oeuvre Processus	Le stress thermique peut créer des conditions de travail improductives pour les employés. Il peut également entraîner une détérioration des actifs physiques et compromettre la fonctionnalité, ainsi qu'avoir un impact sur les infrastructures de transport telles que les réseaux routiers et les gazoducs.	Le nombre de jours très chauds dépassant 35°C pouvant augmenter progressivement avec le temps avec une augmentation progressive du nombre de jours secs consécutifs, le stress thermique peut devenir un sérieux problème plus fréquent pour les actifs physiques, les infrastructures et la main-d'oeuvre.	Sensibilité
				capacité d'adaptation
				vulnérabilité
				Probabilité

Risques liés à l'eau	Composant à risque	Voies d'impact	Impact du changement climatique	Notation des risques
Inondation (aiguë)	Énergie (tous) Transport (transport routier, expédition, etc.) Processus (tous) la main d'oeuvre	Les inondations provoquées par de fortes précipitations peuvent entraîner des crises soudaines et avoir un impact sur le bien-être de la main-d'oeuvre, les opérations sur site et compromettre les infrastructures.	On s'attend généralement à ce que les précipitations diminuent avec le temps à Oran, bien que l'intensité des précipitations puisse augmenter. Les inondations causées par les tempêtes sont susceptibles d'augmenter en raison de l'impact de l'élévation du niveau de la mer sur le niveau d'eau extérieur.	Sensibilité
				capacité d'adaptation
				vulnérabilité
				Probabilité
Fortes précipitations (aiguës)	Énergie (tous) Transport (transport routier la main d'oeuvre	La main-d'oeuvre peut être impactée de manière préjudiciable sur site, mais aussi lors des déplacements. Dans les pires scénarios, de fortes précipitations et des crues soudaines peuvent mettre la vie en danger.	Une augmentation des fortes averses.	Sensibilité
				capacité d'adaptation
				vulnérabilité
				Probabilité
Stress hydrique chronique	Process main d'oeuvre	Le stress hydrique et/ou l'épuisement des ressources en eau algériennes peuvent compromettre la capacité du site à pomper l'eau nécessaire à l'exploitation des puits. Cela pourrait à son tour compromettre les processus dépendant de l'eau tels que les fonderies. Le site devra peut-être envisager des ressources en eau supplémentaires à coûts additionnels.	Le stress hydrique dans la région devrait rester classé comme "extrêmement élevé" par l'Institut des ressources mondiales dans le futur. Le stress hydrique peut augmenter si la concurrence pour les ressources en eau augmente ou si la disponibilité des ressources en eau diminue.	Sensibilité
				capacité d'adaptation
				vulnérabilité
				Magnitude
Élévation du niveau de la mer (chronique)	Transport (expédition, transport routier, etc.)	L'élévation du niveau de la mer aura un impact sur la fréquence des inondations côtières et sur la hauteur des niveaux d'eau extrêmes. Compromettant les opérations portuaires et côtières basses, qui vont perturber les activités sur site.	L'élévation du niveau de la mer se produira le long du littoral méditerranéen. Même de petits changements dans l'élévation du niveau de la mer peuvent augmenter considérablement la fréquence des périodes de retour des niveaux d'eau extrêmes.	Sensibilité
				capacité d'adaptation
				vulnérabilité
				Probabilité

TAB. 4.16 – Risques climatiques liés à l'eau (aiguës et chroniques).

TAB. 4.17 – Risques climatiques liés au vent (aiguës et chroniques).

Risques liés au vent	composant à risque	Voies d'impact	Impact du changement climatique	Notation des risques
Cyclone extratropical (aiguë)	Tous les composant	La survenue d'un cyclone extratropical pourrait entraîner l'arrêt des opérations sur le site. Un cyclone extratropical pourrait endommager les infrastructures énergétiques. Un cyclone extratropical peut entraîner des risques pour la main-d'oeuvre et, dans le pire des cas, mettre en danger la vie.	Une augmentation de l'intensité des conditions de vitesse de vent sévère lorsqu'elles se produisent.	Sensibilité
				capacité d'adaptation
				vulnérabilité
				Probabilité
Poussière/sable aiguë		L'apparition de tempêtes de poussière/sable le long de la région côtière peut avoir un impact sur la facilité d'utilisation des réseaux de transport. La présence de quantités excessives de poussière et de sable pendant peut entraîner une contamination et avoir un impact sur la qualité des produits.	Une augmentation de l'intensité des conditions de vitesse de vent sévère lorsqu'elles se produisent.	Sensibilité
				capacité d'adaptation
				vulnérabilité
				Probabilité

TAB. 4.18 – Risques climatiques liés à la transition

Risques de transition	Voie d'impact	Impact du changement climatique	notation des risques	
Marché	La production de l'acier nécessite plusieurs apports de ressources, qui peuvent devenir de plus en plus rares et/ou coûteux à acquérir. Les changements de prix et/ou de disponibilité des gaz, des ferro-alliages et de l'eau peuvent être particulièrement importants pour les opérations sidérurgiques.	Alors que les fournisseurs et les consommateurs réorganisent leur comportement autour de la décarbonation, les risques liés au marché sont susceptibles d'exacerber en raison de l'évolution des préférences et des moteurs du marché.	Sensibilité	5
			capacité d'adaptation	1
			vulnérabilité	5
			Magnitude	4
			Probabilité	3
politique et juridique	Des réglementations plus strictes, y compris des exigences de réduction des émissions, des obligations de déclaration d'émissions, peuvent constituer des obstacles importants aux activités des aciéries. De plus, en tant qu'émetteur de multiples GES, les augmentations des prix du carbone pourraient augmenter considérablement les coûts d'exploitation.	Avec des engagements mondiaux et nationaux croissants et intentions envers la décarbonation, les risques politiques et juridiques sont susceptibles de s'aggraver en réponse à l'évolution des réglementations et des obligations	Sensibilité	4
			capacité d'adaptation	2
			vulnérabilité	4
			Magnitude	3
			Probabilité	3
Technology	L'adoption de technologies à faible émission de carbone entraîne des coûts initiaux élevés, qui peuvent ne pas nécessairement être soutenus par des initiatives politiques. Il existe également un risque d'investir dans la mauvaise technologie.	Avec des technologies en évolution rapide conçues pour soutenir la transition mondiale vers la décarbonation, les risques technologiques sont susceptibles de s'aggraver en réponse au rythme du changement	Sensibilité	3
			capacité d'adaptation	2
			vulnérabilité	3.5
			Magnitude	2
			Probabilité	3
Réputation	L'entreprise est exposée au risque de s'associer à des investissements à fort émissions carbone. À moins que le secteur ne puisse faire la transition vers un avenir à faibles émissions. Dans les cas où les alternatives à l'acier ne sont pas d'actualité, les consommateurs et les investisseurs peuvent choisir des fabricants avec des normes environnementales élevées.	Avec les parties prenantes et les investisseurs étant de plus en plus préoccupés par les références liées au climat, les risques de réputation sont susceptibles de s'aggraver en réponse à la demande accrue d'informations crédibles climat et environnement engagements et projets.	Sensibilité	4
			capacité d'adaptation	3
			vulnérabilité	3.5
			Magnitude	2
			Probabilité	3

4.6 CDN et engagement de l'Algérie :

L'accord de Paris pour le climat représente une immense avancée pour la cause environnementale, car il incarne le premier texte juridique universel obligeant les 195 nations plus l'Union européenne à lutter contre le réchauffement climatique. Cet accord qui est entré en vigueur le 4 novembre 2016 vise à limiter le réchauffement climatique d'ici la fin de ce siècle bien au-dessous de 2°C tout en poursuivant les efforts à ne pas dépasser 1,5°C d'ici 2030.

Les pays élaborent et présentent aux Nations Unies des Contributions Déterminées au Niveau National (CDN) définissant leur stratégie et les actions qu'ils entendent mener d'ici 2030 en vue de contenir l'élévation de la température de la planète en dessous de 2 °C ou en dessous de 1,5°C. L'Algérie a ratifié l'accord de Paris en 2016 et a souligné son engagement à lutter contre les changements climatiques par des engagements ambitieux.

4.6.1 Plan d'Action du Gouvernement :

En ce qui concerne la protection de l'environnement, le gouvernement Algérien se concentrera sur la lutte contre le réchauffement climatique et la pollution atmosphérique. La préservation de l'environnement et l'utilisation des énergies renouvelables sont des priorités de la stratégie énergétique et environnementale du gouvernement. Pour atteindre ces objectifs, le gouvernement Algérien s'engage à :

- Renforcer la protection de l'environnement et lutter contre toutes les formes de pollution en promouvant des technologies de production plus propres, tout en prévenant et en atténuant les impacts négatifs sur l'environnement.
- Élaborer un plan national et des plans locaux d'adaptation aux changements climatiques, ainsi que renforcer la résilience face à leurs effets.
- Développer les énergies renouvelables décentralisées, en visant une production de 1000 MW d'ici 2030, dont 500 MW d'ici 2024.

L'Algérie a mis en place un Plan National Climat (PNC) qui vise à mettre en œuvre les actions nécessaires pour que l'Algérie respecte ses engagements en matière de lutte contre les changements climatiques, tels qu'énoncés dans sa Contribution Déterminée au niveau National (CDN), afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Les objectifs du PNC sont les suivants :

- Élaborer un plan d'action d'adaptation pour faire face aux effets des changements climatiques, en se préparant à un réchauffement deux fois plus élevé que la moyenne mondiale (soit 1,5°C par rapport à 0,7°C) et en s'adaptant à une diminution des précipitations de 20 à 10
- Élaborer un plan d'action d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, en respectant les engagements internationaux et en réalisant le scénario de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 7% d'ici 2030, en utilisant des moyens nationaux. De plus, l'Algérie pourrait atteindre le scénario de réduction des émissions de GES de 22% d'ici 2030.

Ces plans d'action visent à guider les efforts de l'Algérie dans la lutte contre les changements climatiques et à atteindre ses objectifs en matière d'adaptation et d'atténuation.

4.6.2 Modélisation du changement climatique dans le cas du respect des engagements et des CDN :

L'objectif des CDN c'est de contenir l'élévation de la température de la planète en dessous de 2°C tout en poursuivant les efforts à ne pas dépasser 1,5°C, ce qui est en parfait accord avec le scénario SSP1-1.9 établi par le GIEC et qui est conforme aux accords de Paris et à l'objectif 1.5°C.

À travers le même logiciel de simulation SimClim AR6 nous établirons des modélisations et des prévisions des variables climatiques (Températures, précipitations, vitesse des vents et élévation du niveau de mer) pour la wilaya d'Oran dans les mêmes horizons temporels et comparerons avec le précédent scénario.

1-Prévision de la température moyenne :

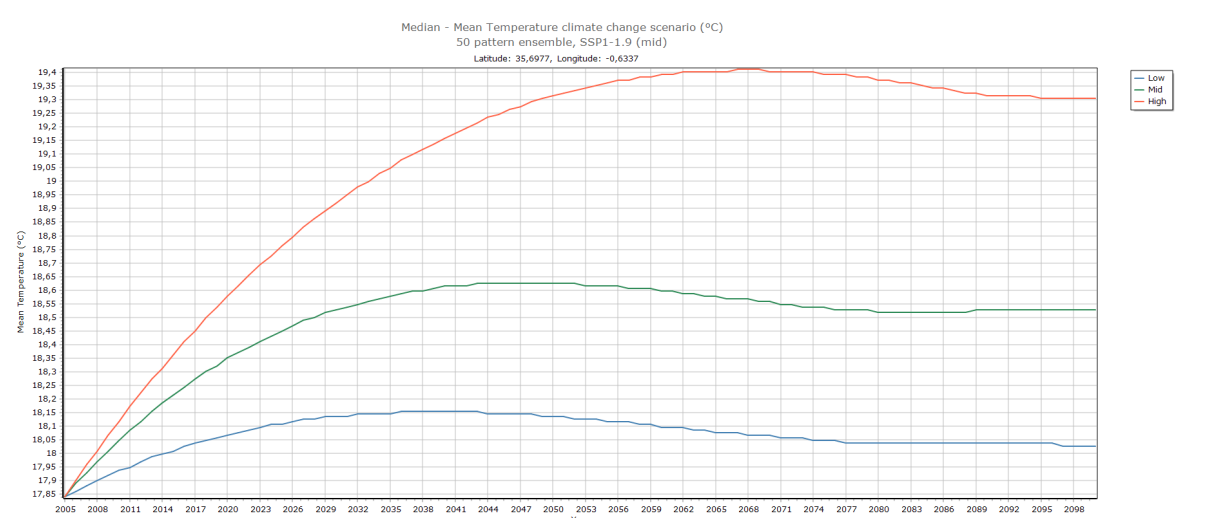


FIG. 4.19 – Prévisions des températures moyennes (2020-2100) à la wilaya d'Oran dans le cas du respect des CDN

La température moyenne à Oran devrait augmenter jusqu'à atteindre 18,5 °C d'ici 2100 (Mid, SSP1-1,9), bien que cette dernière pourrait atteindre 19,3 °C(High, SSP1--1,9) contre 21°C (High, SSP2-4,5) soit 1,7°C de différence. Cependant à court terme, la

température moyenne(High, SSP1-1,9) à Oran devrait atteindre 18.5°C, même valeur obtenue sous le scénario (High, SSP2-4,5), démontrant encore une fois que le réchauffement se produira quel que soit le scénario climatique. On remarque que le pic de température moyenne a eu lieu dans la période moyen terme où les températures peuvent atteindre 19.4°C, puis les températures ont relativement baissé à long terme, ce qui est un bon signe.

TAB. 4.19 – Tableau comparatif des prévisions climatiques liées à la température pour la wilaya d’Oran sous les deux scénarios

Variation des températures	2020-2039			2040-2059			2060-2099		
	Low	Mid	High	Low	Mid	High	Low	Mid	High
Température moyenne (°C) sous SSP2-4.5	18.2	18.5	19	18.62	19.14	19.7	19.23	19.82	21
Température moyenne (°C) sous SSP1-1.9	18	18.5	18.9	18.14	18.63	19.4	18.03	18.53	19.3

2-Prévisions des précipitations

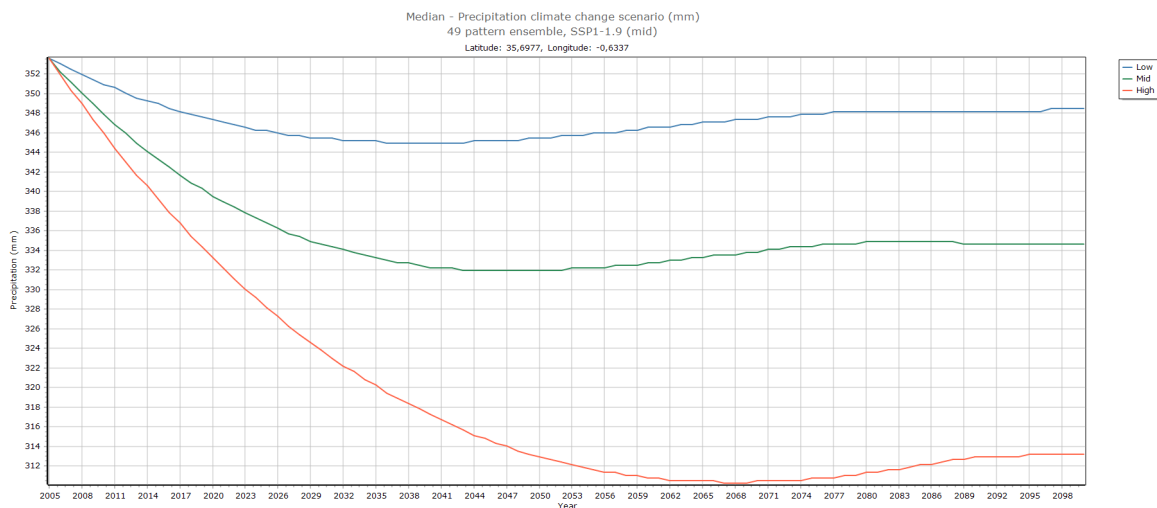


FIG. 4.20 – Prévisions des précipitations moyennes (2020-2100) à la wilaya d’Oran dans le cas du respect des CDN

Les précipitations à la wilaya d’Oran devraient diminuer jusqu’à atteindre 313 mm d’ici 2100 (High, SSP1-1,9), bien que contre 280 mm (High, SSP2-4,5) soit 33 mm de différence. Cependant à court terme, les précipitations moyennes (High, SSP1-1,9) à Oran devraient atteindre 322 mm , légèrement meilleures que celles obtenues sous le scénario (High, SSP2-4,5). Tout comme le scénario SSP2-4.5, il ya de faibles chances que les précipitations augmentent.

TAB. 4.20 – Tableau comparatif des prévisions climatiques liées à la précipitation pour la wilaya d’Oran sous les deux scénarios

Variation des précipitations	2020-2039			2040-2059			2060-2099		
	Low	Mid	High	Low	Mid	High	Low	Mid	High
Précipitations moyennes (mm) sous SSP2-4.5	342	333	319	332	319	303	318	302	280
Précipitations moyennes (mm) sous SSP1-1.9	345	334	322	345	332	317	349	335	313

3-Prévisions de la vitesse des vents :

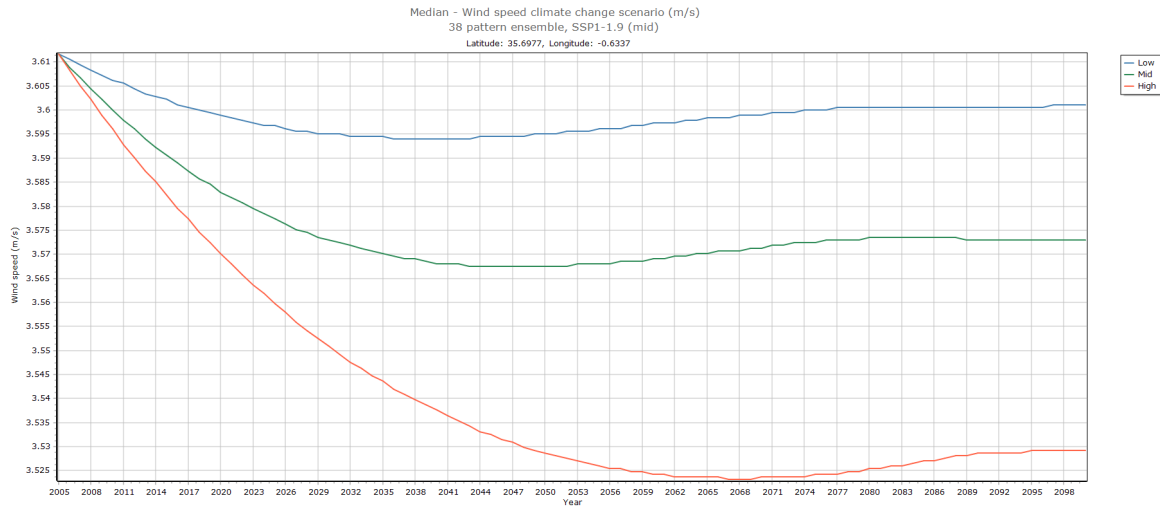


FIG. 4.21 – Prévisions de la vitesse des vents (2020-2100) à la wilaya d’Oran dans le cas du respect des CDN

La figure 4.20 montre que la vitesse des vents diminue avec le temps jusqu’à atteindre 3.5(m/s) (Mid, SSP1-1,9) contre 3.48 (m/s) (Mid, SSP2-4,5) au moyen terme. Cependant au long terme la vitesse des vents va légèrement augmenter jusqu’à atteindre 3.53(m/s) contrairement au scénario (High,SSP2-4,5) où la vitesse des vents ne va cesser de diminuer en atteignant (3.43m/s) et en entraînant plus de dégâts.

4-Prévisions du niveau de la mer

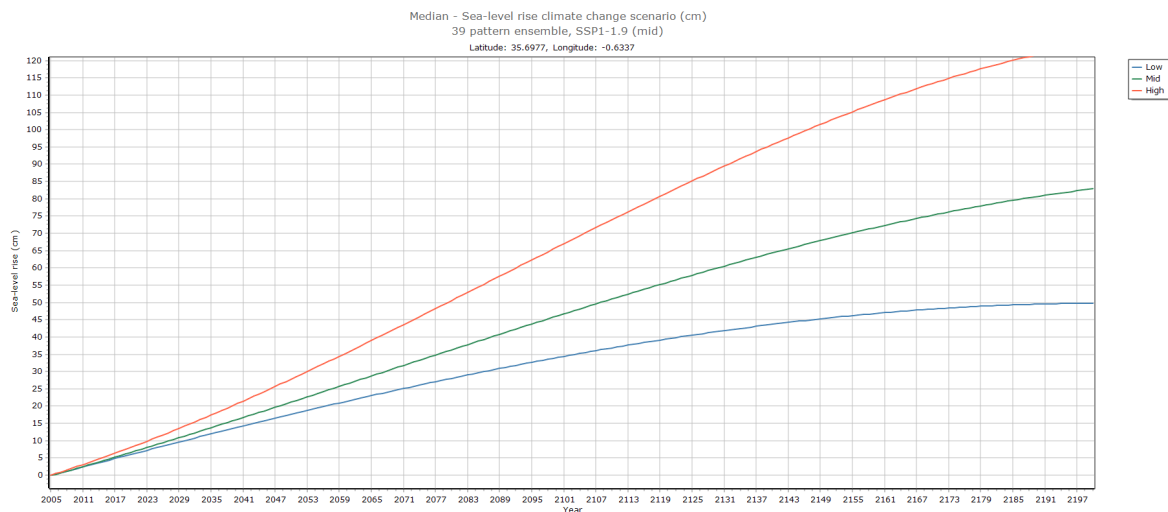


FIG. 4.22 – Prévisions du niveau de la mer (2020-2100) à la wilaya d’Oran dans le cas du respect des CDN

Dans un avenir proche, il est prévu que le niveau de la mer augmente dans la région méditerranéenne. À court terme, cette augmentation devrait être d’environ 0,1 mètre. À moyen terme, on estime que le niveau de la mer augmentera jusqu’à près de 0,35 mètre, mais à plus long terme, cette élévation pourrait atteindre près de 0.63 m contre près 1 m sous le scénario SSP2-4,5. Cette baisse du niveau de la mer par rapport au

scénario précédent aura un impact significatif sur l'intensité mais pas sur la fréquence des événements extrêmes de niveau d'eau, tels que les ondes de tempête, où on aura les mêmes résultats des facteurs d'amplifications précédents mais avec des intensités plus faibles.

TAB. 4.21 – Tableau comparatif des prévisions climatiques liées à l'élévation du niveau de mer pour la wilaya d'Oran sous les deux scénarios

Variation des temp	2020-2039			2040-2059			2060-2099		
	Low	Mid	High	Low	Mid	High	Low	Mid	High
L'élévation du niveau de mer (cm) sous SSP2-4,5	10	10	14	22	28	40	55	70	100
L'élévation du niveau de mer (cm) sous SSP1-1.9	10	10	14	20	25	34	35	42	63

4.7 Risque d'atténuation et adaptation :

Cette évaluation des risques liés au changement climatique présente un aperçu de des options potentielles d'atténuation et d'adaptation du projet d'extension de l'usine sidérurgique de Tosyali Holding Algérie à Bethioua dans la wilaya d'Oran en Algérie, par rapport aux risques liés au climat décrits dans la partie 4.5. Pour chaque catégorie de risques liés au climat, des mesures d'atténuation et/ou d'adaptation sont proposées. Les mesures d'adaptation envisagées ont été divisés en 3 selon la classification européenne des actions d'adaptation développée dans le Livre Blanc de la Commission Européenne sur l'adaptation.

Les approches dites grises : Mesures d'intervention physique ou de construction faisant appel à des techniques d'ingénierie d'infrastructures.

Les approches dites vertes : Mesures basées sur les fonctions set service rendus par les écosystèmes et la nature.

Les approches dites douces : Approche non physique basée sur les usages, les politiques et les procédures, telles que les mesures de planification.

Étant donné que l'industrie d'acier est une des plus polluante au monde et afin de développer la résilience climatique aux risques physiques liés au climat, le projet devrait envisager d'investir dans :

4.7.1 Approche verte :

Cibler les opportunités d'employer le capital naturel et d'intégrer les enjeux environnementaux dans le processus de prise de décision :

- Développer des systèmes d'eau verte qui minimisent la consommation d'énergie et/ou s'appuient sur le capital naturel disponible (par exemple, la gestion des eaux de ruissellement).
- Stratégies et protocoles de surveillance et de gestion des aquifères qui adaptent les opérations en réponse aux Disponibilité de l'eau.

- Développer des options alternatives de transport et de transport (entrant et sortant) qui minimisent la demande d'énergie et/ou la production d'émissions et qui améliorent la redondance opérationnelle (par exemple, dans le cas où les infrastructures publiques ou la navigation seraient affectées par le changement climatique).
- Travailler avec le capital naturel sur place pour minimiser l'impact des risques, y compris, par exemple, la végétation et les terres utilisées les changements pour réduire les risques d'inondation et/ou fournir des zones de répit ombragées pour la main d'œuvre.

4.7.2 Approche grise :

Cibler les réponses managériales et stratégiques à travers, par exemple, des processus et des protocoles :

- Développer des protocoles et des pratiques de travail sécuritaires dans les limites du site pour minimiser l'exposition aux risques, par exemple, élaborer un plan d'urgence pour les tempêtes de sable.
- Développer des protocoles et des pratiques de travail sûres au-delà des limites des opérations, y compris, par exemple, des options pour communiquer le potentiel de risque à la main d'œuvre et faciliter les mesures d'adaptation aux risques hors site.
- Systèmes de surveillance météorologique et climatique pour éclairer les processus et les pratiques de gestion des risques, y compris, par exemple, les systèmes d'alerte précoce.
- Développer des stratégies d'intervention d'urgence pour les risques potentiellement à fort impact.
- Entreprendre une cartographie détaillée des risques pour des aléas spécifiques liés au climat, y compris, par exemple, la modélisation hydrologique des sources pluviales, des études topographiques des risques pour informer le potentiel de glissement de terrain (tout comme cette étude qui vient d'être faite)
- Maximiser l'efficacité de l'eau dans les processus industriels.
- S'engager avec les autorités publiques et les opérateurs locaux pour soutenir et intégrer la planification de l'atténuation et de l'adaptation au changement climatique.
- Évaluer les options de continuité des activités en cas de survenance d'un risque dans l'ensemble des risques pertinents liés au climat.

4.7.3 Approche douce :

Cibler les réponses techniques axées, par exemple, sur la rénovation et le développement des infrastructures :

- Installations pour améliorer les conditions de travail et minimiser le potentiel d'impact des risques, y compris, par exemple, les systèmes de climatisation pour les environnements de travail.
- Systèmes appropriés de stockage et de transport sous surveillance thermique, en particulier pour les composants combustibles.
- Systèmes et/ou installations de sauvegarde qui protègent contre les conditions d'inondations aiguës, y compris, par exemple, les mesures de défense contre les

- crues soudaines (par exemple, les voies navigables, les fossés, les barrières) et les procédures d'évacuation en cas d'aléa climatique grave.
- Améliorer les systèmes d'approvisionnement en eau pour la main d'œuvre et les processus industriels, en mettant particulièrement l'accent sur améliorer la redondance opérationnelle pendant les périodes de pénurie d'eau.
- S'assurer que les systèmes d'extraction, de transport et de stockage de l'eau fonctionnent comme des systèmes fermés.

4.7.4 Développement de la résilience climatique :

Afin de faire face aux risques liés au climat, le projet devrait envisager d'investir dans :

- Ambitions climatiques des meilleures pratiques (par exemple, l'initiative Science Based Targets) et les structures de rapport internationales (par exemple, les divulgations du climat et de l'eau du CDP ¹⁷).
- Optimisation de l'efficacité énergétique : L'aciérie doit investir dans des technologies et des pratiques visant à améliorer l'efficacité énergétique de ses procédés de production. Cela peut inclure l'adoption de systèmes de récupération de chaleur, l'optimisation des températures de fonctionnement et l'utilisation de technologies avancées de contrôle et de surveillance pour minimiser les pertes d'énergie.
- Utilisation d'énergies renouvelables : Topsyali devrait envisager d'investir dans des sources d'énergie renouvelables pour alimenter ses opérations. Cela peut inclure l'installation de panneaux solaires ou d'éoliennes sur le site, ainsi que l'achat d'énergie renouvelable provenant de fournisseurs certifiés. La transition vers des énergies propres réduira les émissions de GES et réduira la dépendance de l'aciérie aux combustibles fossiles.
- Suivi des tendances nationales et internationales de la législation climatique.
- Participer à des initiatives de décarbonisation à l'échelle du secteur et partager les apprentissages et les meilleures pratiques à l'échelle du secteur.
- S'engager dans des partenariats d'experts et des fournisseurs de technologie expérimentés.
- Accéder à des incitations et à des financements gouvernementaux axés sur le climat.
- Surveiller les industries des technologies axées sur le climat et l'adoption des technologies par les concurrents. Développer l'efficacité énergétique et des ressources tout au long de la chaîne de valeur.
- Appliquer les principes de l'économie circulaire dans toutes les opérations.

¹⁷CDP est une organisation internationale à but non lucratif, anciennement appelée « Carbon Disclosure Project ». Elle détient la base de données mondiale la plus importante sur la performance environnementale des villes et des entreprises.

Conclusion et perspectives

La région du projet a un climat semi aride, comparé à un climat d'été méditerranéen chaud le long d'une grande partie de la côte nord de l'Algérie. Les températures moyennes saisonnières varient de 12,5°C en hiver à 33,3°C en été, bien que les températures mensuelles maximales puissent atteindre 41,1°C. Les précipitations sont plus fréquentes pendant les mois d'hiver. La direction du vent prédominante pour la région vient du nord-est, fournissant de l'air chaud et humide. La direction secondaire du vent vient du sud-ouest et fournit de l'air sec et chaud et peut provoquer des tempêtes de poussière.

Les catastrophes liées au climat les plus fréquentes dans l'ensemble de la région sont les inondations, les tremblements de terre, les tempêtes et les sécheresses. La classification actuelle des risques liés à l'eau pour la région du projet est extrêmement élevée, en raison du stress hydrique, du risque d'inondation soudaine et de la sécheresse. Les variables climatiques liées à la température devraient augmenter à l'avenir. Selon les deux scénarios climatiques considérés (SSP2-4.5 et SSP1-1.9), les températures moyennes, maximales et minimales régionales devraient augmenter jusqu'à 2,4 et 1,4°C dans le meilleur des scénarios, Le GIEC déclare avec un degré de confiance élevé que les températures moyennes et extrêmes vont augmenter.

Il existe un niveau élevé d'incertitude associé aux variables climatiques liées aux précipitations. En général, les précipitations moyennes peuvent diminuer avec le temps dans la région, bien qu'il y ait peu de concordance entre les modèles. Le GIEC déclare avec une grande confiance qu'il y aura une augmentation de l'aridité et de la sécheresse pour la région méditerranéenne. Les fortes précipitations peuvent augmenter en intensité mais pas dans la durée. (degré de confiance moyen).

La confiance dans les projections de vitesse du vent pour la région est faible. Cependant, en général, on peut s'attendre à ce que les vitesses moyennes des vents diminuent, mais les vitesses des vents extrêmes (c'est-à-dire associés aux cyclones extratropicaux) augmenteront en intensité.

On s'attend à ce que le niveau de la mer monte dans la région méditerranéenne. L'élévation du niveau de la mer augmentera la fréquence de retour des événements extrêmes liés au niveau de l'eau.

Les risques climatiques physiques suivants ont tous été classés dans la catégorie "risque très élevé" à la suite de l'évaluation :

- Stress hydrique.
- Stress thermique et vagues de chaleur.
- Cyclones extratropicaux.

Ces risques ont tendance à avoir un impact négatif sur la main d'œuvre (par exemple, conditions de travail délétères, baisse de productivité, risque pour le bien être), les processus industriels (par exemple, les processus d'extraction de l'eau et les dépendances) et les infrastructures (par exemple, les actifs privés et les transports publics). Les risques de transition les plus importants étaient les risques liés au marché (par exemple, la rareté ou le coût des ressources nécessaires et le risque lié à la demande lié aux produits à forte intensité de carbone).

Les mesures d'atténuation et d'adaptation les plus fréquemment citées dans le registre des risques comprenaient :

- Développer des protocoles et des pratiques de travail sûres pour minimiser l'exposition aux risques.
- Travailler avec des solutions basées sur la nature pour minimiser l'impact des risques.
- Développer des systèmes de surveillance météorologique et climatique, y compris des systèmes d'alerte précoce.
- Maximiser l'efficacité de l'eau et les processus liés à l'eau .
- Travailler avec les autorités publiques et les opérateurs locaux pour intégrer les stratégies d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

Cependant l'Algérie et le monde peuvent toujours maîtriser et réduire l'impact du changement climatique notamment par le respect des engagements tels que les CDN.

Bibliographie

- [1] Roger A Pielke Jr. What is climate change? *Energy & environment*, 15(3) :515–520, 2004.
- [2] Olufemi Adedeji et al. Global climate change. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 2(02) :114, 2014.
- [3] Climate science investigations south florida - causes of climate change. <https://www.ces.fau.edu/nasa/module-4/causes-2.php>. (Accessed on 06/26/2023).
- [4] Dr. Ingrid H. H. Zabel. Evidence for and causes of recent climate change earth@home. <https://earthathome.org/de/recent-climate-change/>. (Accessed on 06/26/2023).
- [5] Jihong Cole-Dai. Volcanoes and climate. *Wiley Interdisciplinary Reviews : Climate Change*, 1(6) :824–839, 2010.
- [6] Julie E Doll and Marci Baranski. *Greenhouse gas basics*. Michigan State University, Extension, 2011.
- [7] Umair Shahzad. Global warming : Causes, effects and solutions. *Durreesamin Journal*, 1(4) :1–7, 2015.
- [8] D Ehhalt, M Prather, F Dentener, R Derwent, E Dlugokencky, E Holland, I Isaksen, J Katima, V Kirchhoff, P Matson, et al. Atmospheric chemistry and greenhouse gases, 2001.
- [9] Arshad Ali, Somana Riaz, and Shahid Iqbal. Deforestation and its impacts on climate change an overview of pakistan. *Papers on Global Change IGBP*, 2014.
- [10] Valentin Bellassen, Renaud Crassous, Laura Dietzsch, and Stephan Schwartzman. Réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts : quelle contribution de la part des marchés du carbone. *Etude climat*, 14(202) :43, 2008.
- [11] James Maze. To : Donald j. trump, president of the united states of america scott pruit, director of the environmental protection agency michael brune, director of the sierra club marco lambertini, director of the world wildlife fund from : Domestic team 3 : Amy blood, jake diamond, david lee, ray ludwig, and. *Policy*, 52 :797–809, 2013.
- [12] [futurelearn.com/info/courses/climate-smart-agriculture/0/steps/26564](https://www.futurelearn.com/info/courses/climate-smart-agriculture/0/steps/26564). <https://www.futurelearn.com/info/courses/climate-smart-agriculture/0/steps/26564>. (Accessed on 06/27/2023).
- [13] AR6 : <https://www.ecologie.gouv.fr/publication-du-6e-rapport-synthese-du-giec>

- [14] Courtney Lindwall. Effects of climate change - impacts and examples. <https://www.nrdc.org/stories/what-are-effects-climate-change>, October 2022. (Accessed on 06/27/2023).
- [15] The impact of climate change on the development prospects of the least developed countries and small island developing states. https://www.un.org/ohrlls/sites/www.un.org.ohrlls/files/the_impact_of_cc_on_ldcs_and_sids_for_web.pdf, 2009. (Accessed on 06/27/2023).
- [16] Lalgérie remplit ses engagements en matière de changement climatique | programme de développement des nations unies. <https://www.undp.org/fr/algeria/news/l%E2%80%99alg%C3%A9rie-remplit-ses-engagements-en-mati%C3%A8re-de-changement-climatique>. (Accessed on 06/27/2023).
- [17] Changement climatique en algérie : Causes et solutions - cei halfaoui. <https://cei-halfaoui.com/actu/changement-climatique-en-algerie-causes-consequences-et-solutions/>. (Accessed on 06/27/2023).
- [18] F Sahnoune, M Belhamel, M Zelmat, and R Kerbachi. Climate change in algeria : vulnerability and strategy of mitigation and adaptation. *Energy Procedia*, 36 :1286–1294, 2013.
- [19] Climat : l’algérie compte sur le gaz pour réduire ses émissions de ges. <https://www.actu-environnement.com/ae/news/climat-indc-algerie-gaz-reduire-emissions-ges-25198.php4>. (Accessed on 06/27/2023).
- [20] Hakima Lakhdari and Ayad Atmane. Les conséquences du changement climatique sur le développement de lagriculture en algérie : quelles stratégies dadaptation face à la rareté de leau? 2010.
- [21] Nicholas Stern. Stern review : The economics of climate change. 2006.
- [22] Christos Giannakopoulos, Marco Bindi, Marco Moriondo, Philippe Lesager, and Tina Tin. Climate change impacts in the mediterranean resulting from a 2 c global temperature rise, 2005.
- [23] Agriculture-cc-algeria.pdf. <https://www.climamed.eu/wp-content/uploads/files/Agriculture-CC-Algeria.pdf>. (Accessed on 06/27/2023).
- [24] Home | climate changeknowledge portal. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>. (Accessed on 06/26/2023).

- [25] Simulated historical climate & weather data for oran - meteoblue. https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/oran_algeria_2485926. (Accessed on 06/26/2023).
- [26] Laurent Cordonier and Hanna Agbanrin. *Rapport du GIEC 2021 : une couverture médiatique minimale. Analyse de la couverture médiatique des rapports du GIEC 2018 et 2021 et de l'intérêt que leur manifestent les Français*. PhD thesis, Fondation Descartes, 2021.
- [27] Special report on the ocean and cryosphere in a changing climate . <https://www.ipcc.ch/srocc/>. (Accessed on 06/26/2023).
- [28] eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/txt/pdf/?uri=celex :32020r0852&from. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0852&from>. (Accessed on 06/26/2023).
- [29] Final recommendations of the task force on climate-related financial disclosures (tcfd) help companies disclose climate-related risks and opportunities efficiently and effectively | task force on climate-related financial disclosures. <https://www.fsb-tcfd.org/press/>. (Accessed on 06/26/2023).
- [30] Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate changeadaptation ipcc. <https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/>. (Accessed on 06/26/2023).
- [31] Catastrophes naturelles dans le moyen-orient et lafrique du nord : Aperçu régional. <https://www.banquemonddiale.org/fr/region/mena/publication/natural-disasters-in-the-middle-east-and-north-africa>. (Accessed on 06/26/2023).
- [32] Aqueduct 3.0 : Updated decision-relevant global water risk indicators | world resources institute. <https://www.wri.org/research/aqueduct-30-updated-decision-relevant-global-water-risk-indicators>. (Accessed on 06/26/2023).
- [33] Taxonomie : Rapport final du groupe d'experts techniques sur la finance durable anglais. https://climate-adapt.eea.europa.eu/fr/metadata/publications/taxonomy-final-report-of-the-technical-expert-group-on-sustainable-finance?set_language=fr. (Accessed on 06/27/2023).
- [34] Detlef P Van Vuuren, Keywan Riahi, Katherine Calvin, Rob Dellink, Johannes Emmerling, Shinichiro Fujimori, Samir Kc, Elmar Kriegler, Brian O'Neill, et al. *The shared socio-economic pathways : Trajectories for human development and global environmental change*, 2017.
- [35] Aperçu du cmip6 et des profils socioéconomiques partagés. <https://>

[//scenarios-climatiques.canada.ca/?page=cmip6-overview-notes](https://scenarios-climatiques.canada.ca/?page=cmip6-overview-notes). (Accessed on 06/27/2023).

- [36] Simclim ar6. <https://www.climsystems.com/simclim>. (Accessed on 06/27/2023).
- [37] Toulouse : les scientifiques constatent une augmentation considérable du niveau des océans. <https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/haute-garonne/toulouse/toulouse-scientifiques-constatent-augmentation-considerable-du-niveau-oceans-1251527.html>. (Accessed on 06/27/2023).
- [38] Cette animation de la nasa montre l'ampleur de la hausse du niveau de l'océan depuis 30 ans. <https://www.futura-sciences.com/planete/breves/mer-cette-animation-nasa-montre-ampleur-hausse-niveau-ocean-depuis-30-ans-8308/>. (Accessed on 06/27/2023).
- [39] Overview | global sea level nasa sea level change portal. <https://sealevel.nasa.gov/understanding-sea-level/global-sea-level/overview>. (Accessed on 06/27/2023).
- [40] Fonds national de l'environnement et du littoral fnel - ministère de l'environnement. <https://www.me.gov.dz/fr/reglementation/fonds-national-de-lenvironnement-et-du-littoral-fnel/>. (Accessed on 06/27/2023).
- [41] L'environnement - ministère de l'environnement. <https://www.me.gov.dz/fr/reglementation/lenvironnement/>. (Accessed on 06/27/2023).

Annexes

ÉMISSIONS, LÉGISLATION ET MÉTHODOLOGIE DE CONTRÔLE

17 Rabie El Aouel 1427 16 avril 2006	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 24	11
DECRETS		
<p>Décret exécutif n° 06-138 du 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant 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.</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p>Le Chef du Gouvernement,</p> <p>Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,</p> <p>Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;</p> <p>Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;</p> <p>Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;</p> <p>Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;</p> <p>Vu la loi n° 04-04 du 5 Joumada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;</p> <p>Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;</p> <p>Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;</p> <p>Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;</p> <p>Vu le décret exécutif n° 93-165 du 10 juillet 1993, complété, réglementant les émissions atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs et particules solides des installations fixes ;</p>	SECTION 1	DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES
		<p>Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs particules liquides ou solides désignés ci-après par "rejets atmosphériques", tout rejet de ces matières par des sources fixes et notamment par les installations industrielles.</p>
		<p>Art. 3. — Les valeurs limites des rejets atmosphériques sont celles fixées en annexe du présent décret.</p>
		<p>Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les limites des rejets atmosphériques prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets atmosphériques émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées en annexe du présent décret.</p>
		<p>Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée.</p>
		<p>En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.</p>
	SECTION 2	DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES
		RELATIVES AUX REJETS ATMOSPHERIQUES
		<p>Art. 4. — Les installations générant des rejets atmosphériques doivent être conçues, construites et exploitées de manière à éviter, prévenir ou réduire, à la source, leurs rejets atmosphériques qui ne doivent pas dépasser les limites d'émissions fixées en annexe du présent décret.</p>
		<p>Art. 5. — Les rejets atmosphériques doivent être identifiés et captés aussi près que possible de leur source d'émission.</p>
		<p>Art. 6. — Les points de rejets atmosphériques doivent être en nombre aussi réduit que possible.</p>
Décète :		
<p>Article 1er. — En application des dispositions de l'article 47 de la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de réglementer l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.</p>		

FIG. 4.23 – Réglementation relatives aux rejets atmosphériques

12	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 24	17 Rabie El Aouel 1427 16 avril 2006
<p>Art. 7. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.</p> <p>Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites des rejets atmosphériques fixés en annexe, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou arrêtant si besoin les activités concernées.</p> <p>Art. 8. — Les rejets atmosphériques traités sont évacués par l'intermédiaire de cheminées ou par une conduite d'évacuation conçue de façon à permettre une bonne diffusion des émissions.</p> <p>Art. 9. — Lorsque les installations de traitement des rejets atmosphériques sont en panne, l'exploitant peut utiliser une conduite d'évacuation et doit, dans ce cas, informer immédiatement les autorités compétentes.</p> <p>Art. 10. — Quiconque exploite ou projette de réaliser une installation générant des rejets atmosphériques ne relevant pas de la réglementation des installations classées doit fournir à l'autorité compétente toutes les informations portant sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> — la nature et la quantité des émissions ; — le lieu de rejet, la hauteur à partir du sol à laquelle il apparaît et ses variations dans le temps ; — toute autre caractéristique du rejet, nécessaire pour évaluer les émissions ; — les mesures de réduction des émissions. 		<p>Art. 13. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des rejets atmosphériques visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixées en annexe du présent décret.</p> <p>Art. 14. — Le contrôle des rejets atmosphériques comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.</p> <p>Art. 15. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.</p> <p>Art. 16. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.</p> <p>Le procès-verbal comporte :</p> <ul style="list-style-type: none"> — les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle, — la désignation du ou des générateurs du rejet atmosphérique et de la nature de leur activité, — la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place, — les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet atmosphérique, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place, — l'identification de chaque échantillon prélevé, accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure et des circonstances de prélèvement, — le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé. <p>Art. 17. — Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.</p> <p>Art. 18. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-165 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.</p> <p>Art. 19. — Le présent décret sera publié au <i>Journal officiel</i> de la République algérienne démocratique et populaire.</p> <p>Fait à Alger, le 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 15 avril 2006.</p>
<p style="text-align: center;">SECTION 3</p> <p style="text-align: center;">DU CONTROLE DES REJETS ATMOSPHERIQUES</p> <p>Art. 11. — Au titre de l'autocontrôle et de l'autosurveillance, les exploitants d'installations générant des rejets atmosphériques doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, par arrêté conjoint avec le ministre chargé du secteur concerné.</p> <p>Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.</p> <p>Art. 12. — Les résultats des analyses doivent être mis à la disposition des services de contrôle habilités.</p>		<p style="text-align: right;">Ahmed OUYAHIA.</p>

FIG. 4.24 – Contrôle des rejets atmosphériques

— l'inspection régionale d'Oran couvrant les wilayas d'Oran, Mostaganem et Aïn Témouchent,

— l'inspection régionale de Tlemcen couvrant les wilaya de Tlemcen, Sidi Bel Abbès, Macara et Saïda,

— l'inspection régionale de Béchar couvrant les wilaya de Béchar, Naama, El Bayadh, Adrar et Tindouf.

Le lieu d'implantation de l'inspection régionale de l'environnement peut être transféré par arrêté du ministre chargé de l'environnement.

Art. 6. — L'inspection régionale de l'environnement est organisée en quatre (4) services :

— le service des inspections des installations classées et des risques technologiques majeurs,

— le service de l'environnement urbain,

— le service de la protection des milieux et des ressources naturelles,

— le service de l'administration et des moyens.

Chaque service est dirigé par un chef de service nommé par arrêté du ministre chargé de l'environnement parmi les fonctionnaires justifiant d'une formation universitaire de quatre (4) années au moins et d'une expérience professionnelle de cinq (5) années au moins, au sein des institutions et administrations publiques ainsi que des établissements, entreprises et organismes publics.

Les effectifs de l'inspection régionale de l'environnement sont déterminés selon les spécificités de la région et l'importance des tâches à accomplir, par arrêté conjoint du ministre chargé de l'environnement, du ministre chargé des finances et de l'autorité chargée de la fonction publique.

Art. 7. — L'inspection régionale de l'environnement est dirigée par un inspecteur régional de l'environnement nommé par décret exécutif sur proposition du ministre chargé de l'environnement. Il est mis fin à ses fonctions dans les mêmes conditions.

Art. 8. — La fonction d'inspecteur régional de l'environnement est classée et rémunérée par référence à celle de sous-directeur de l'administration centrale de ministère.

Art. 9. — Sous l'autorité du ministre chargé de l'environnement, l'inspecteur régional de l'environnement gère dans le cadre des dispositions réglementaires, les moyens humains, matériels et financiers mis à sa disposition. A ce titre il est ordonnateur secondaire des crédits qui lui sont affectés.

Art. 10. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 27 juillet 1993.

Bélaïd ABDESSELAM.

Décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'éducation nationale,

Vu la Constitution, notamment ses articles 81 et 116 ;

Vu la loi n° 82-02 du 6 février 1982 relative au permis de construire et de lotir ;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé, modifiée et complétée ;

Vu la loi n° 87-03 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire ;

Vu la loi n° 87-09 du 10 février 1987 relative à l'organisation, la sécurité et à la police de la circulation routière ;

Vu le décret n° 87-91 du 21 avril 1987 relatif à l'étude d'impact d'aménagement du territoire ;

Vu le décret n° 88-149 du 26 juillet 1988 définissant la réglementation applicable aux installations classées et fixant leur nomenclature ;

Vu le décret présidentiel n° 92-304 du 8 juillet 1992 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 92-307 du 19 juillet 1992, modifié et complété, portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 90-78 du 27 février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement ;

Décète :

Article 1^{er}. — Le présent décret a pour objet de réglementer l'émission des bruits et ce en application de l'article 121 de la loi n° 83-03 du 5 février 1983, susvisée.

Art. 2. — Les niveaux sonores maximums admis dans les zones d'habitation et dans les voies et lieux publics ou privés sont de 70 décibels (70 DB) en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 45 décibels (45 DB) en période nocturne (22 heures à 6 heures).

Art. 3. — Les niveaux sonores maximums admis au voisinage immédiat des établissements hospitaliers ou d'enseignement et dans les aires de repos et de détente ainsi que dans leur enceinte sont de 45 décibels (DB) en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 40 decibels (DB) en periode nocturne (22 h à 6 h).

FIG. 4.25 – Réglementation environnemental 1

Ar. 4. — Sont considérés comme une atteinte à la quiétude du voisinage, une gêne excessive, une nuisance à la santé et une compromission de la tranquillité de la population toutes les émissions sonores supérieures aux valeurs limites indiquées aux articles 2 et 3 ci-dessus.

Ar. 5. — Les méthodes de caractérisation et de mesurage des bruits sont effectuées conformément aux normes algériennes en vigueur.

Ar. 6. — Toute personne physique ou morale exploitant des activités exigeant l'emploi de moteurs, d'outils, de machines, d'équipements ou d'appareils générateurs de bruits de niveaux supérieurs aux valeurs limites telles que définies par le présent décret est tenue de mettre en place des dispositifs d'insonorisation ou des aménagements appropriés de nature à éviter d'incommoder la population ou de nuire à sa santé.

Ar. 7. — Les infrastructures sont construites, réalisées et exploitées en tenant compte des bruits aériens émis par leurs activités.

Ar. 8. — Les constructions à usage d'habitation ou à usage professionnel sont conçues et réalisées en tenant compte de la qualité acoustique des murs et planchers.

Un arrêté conjoint du ministre chargé de l'habitat et du ministre chargé de l'environnement définit les modalités d'application du présent article.

Ar. 9. — Les engins de chantier dotés de moteurs à explosion ou à combustion interne, les brises béton, les marteaux-piqueur, les groupes électrogènes de puissance, les groupes moto-compresseurs, les compresseurs et les surpresseurs doivent être munis d'un dispositif d'insonorisation ou d'atténuation de bruit lorsqu'ils sont utilisés à moins de 50 m des locaux à usage d'habitation ou des lieux de travail.

Un arrêté conjoint du ministre chargé de la normalisation et du ministre chargé de l'environnement précisera les limites des niveaux sonores émis par chaque type de matériel et d'équipement.

Ar. 10. — Sont interdites les réparations et mises au point des véhicules à moteurs et motocyclettes sur tous les lieux publics ou privés lorsqu'elles sont de nature à gêner ou à nuire à la santé du voisinage.

Ar. 11. — Est interdit tout bruit d'animal susceptible de troubler la tranquillité du voisinage lorsqu'il est causé entre 22 h et 06 h 00. Les propriétaires et possesseurs d'animaux sont responsables du bruit que ces animaux peuvent causer.

Ar. 12. — Les dispositions prévues aux articles 6, 7, 8, 9 et 10 ci-dessus doivent être satisfaites au plus tard, deux années à compter de la date de publication du présent décret au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Ar. 13. — Toutes infractions au présent décret sont sanctionnées conformément aux dispositions de l'article 129 de la loi n° 83-03 du 5 février 1983 susvisée.

Ar. 14. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 27 juillet 1993.

Bélaïd ABDESSELAM.

★

Décret exécutif n° 93-185 du 27 juillet 1993 portant modification des dispositions de l'article 22 du décret exécutif n° 91-382 du 12 octobre 1991 relatif aux taxes des services postaux du régime intérieur.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport conjoint du ministre des postes et télécommunications et du ministre délégué au budget,

Vu la Constitution, notamment ses articles 81-4° et 116 (alinéa 2) ;

Vu l'ordonnance n° 75-89 du 30 décembre 1975 portant code des postes et télécommunications, notamment son article 587 ;

Vu le décret présidentiel n° 92-304 du 8 juillet 1992 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 92-307 du 19 juillet 1992, modifié et complété, portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 91-382 du 12 octobre 1991 portant fixation des taxes des services postaux du régime intérieur ;

Vu le décret exécutif n° 92-362 du 3 octobre 1992, modifié et complété, portant modification des dispositions de certains articles du décret exécutif n° 91-382 du 12 octobre 1991 relatif aux taxes des services postaux du régime intérieur ;

FIG. 4.26 – Réglementation environnemental 2

ANNEXE I

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS ATMOSPHERIQUES

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE DES VALEURS LIMITES DES INDUSTRIES ANCIENNES
1	Poussières totales	mg/Nm ³	50	100
2	Oxydes de soufre (exprimés en dioxyde de soufre)	"	300	500
3	Oxydes d'azote (exprimés en dioxyde d'azote)	"	300	500
4	Protoxyde d'azote	"	300	500
5	Chlorure d'hydrogène et autres composés inorganiques gazeux du chlore (exprimé en HCL).	"	50	100
6	Fluor et composés inorganiques du fluor (gaz, vésicule et particules), (exprimés en HF)	"	10	20
7	Composés organiques volatils (Rejet total de composés organiques volatils à l'exclusion du méthane)	"	150	200
8	Métaux et composés de métaux (gazeux et particulaires)	"	5	10
9	Rejets de cadmium, mercure et thallium, et de leurs composés	"	0,25	0,5
10	Rejets d'arsenic, sélénium et tellure et de leurs composés autres que ceux visés parmi les rejets de substances cancérigènes	"	1	2
11	Rejets d'antimoine, chrome, cobalt, cuivre, étain, manganèse, nickel, vanadium et zinc, et de leurs composés autres que ceux visés parmi les rejets de substances cancérigènes	"	5	10
12	Phosphine, phosgène	"	1	2
13	Acide cyanhydrique exprimé en HCN, brome et composés inorganiques gazeux du chrome exprimés en HBr, chlore exprimé en HCl, Hydrogène sulfuré	"	5	10
14	Ammoniac	"	50	100
15	Amiante	"	0,1	0,5
16	Autres fibres que l'amiante	"	1	50

FIG. 4.27 – Valeurs limites des paramètres de rejets atmosphériques

14	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 24	17 Rabie El Aouel 1427 16 avril 2006	
ANNEXE II			
TOLERANCE A CERTAINES VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS ATMOSPHERIQUES SELON LES CATEGORIES D'INSTALLATIONS			
1. Raffinage et transformation des produits dérivés du pétrole :			
PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE DES VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Oxyde de soufre	mg/Nm ³	800	1000
Oxyde d'azote	"	200	300
Oxyde de carbone	"	150	200
Composés organiques volatils	"	150	200
Acides sulfureux	"	5	10
Particules	"	30	50
2. Cimenterie, plâtre et chaux :			
PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE POUR LES INSTALLATIONS ANCIENNES
Poussières	mg/Nm ³	30	50
Oxyde de soufre	"	500	750
Oxyde d'azote	"	1500	1800
Oxyde de carbone	"	150	200
Acide fluorhydrique	"	5	5
Métaux lourds	"	5	10
Fluor	"	5	10
Chlorure	"	30	50
3. Fabrication d'engrais azotés :			
PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE POUR LES INSTALLATIONS ANCIENNES
Poussières	mg/Nm ³	50	100
Oxyde de soufre	"	500	1000
Oxyde d'azote	"	500	800
Acides sulfureux	"	5	10
Acide cyanhydrique	"	5	10
Acide fluorhydrique	"	5	10
Ammoniac	"	50	50
Acide chlorhydrique	"	50	50

FIG. 4.28 – Seuils des rejets atmosphériques par secteur 1

4. Sidérurgie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE POUR LES INSTALLATIONS ANCIENNES
Poussières	mg/Nm ³	100	150
Oxyde de soufre	"	1200	1000
Oxyde d'azote	"	850	1200
Oxyde de carbone	"	100	150
Acides sulfureux	"	5	10
Acide cyanhydrique	"	5	10
Acide fluorhydrique	"	5	10
Ammoniac	"	50	50
Acide chlorhydrique	"	50	50
Métaux lourds (Hg, Pb, Cd, As.)	"	5	10

5. Centrale d'enrobage au bitume de matériaux routiers et installations de séchage de matériaux divers, végétaux organiques ou minéraux :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE POUR LES INSTALLATIONS ANCIENNES
Poussières	mg/Nm ³	100	150
Composé organique total	mg/Nm ³	30	50

6. Installations de manipulation, chargement et déchargement de produits pondéreux :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE POUR LES INSTALLATIONS ANCIENNES
Poussières	mg/Nm ³	100	150

7. Production de verre :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE POUR LES INSTALLATIONS ANCIENNES
Poussières	mg/Nm ³	50	100
Oxyde de soufre	"	1000	1200
Oxyde d'azote	"	500	700
Oxyde de carbone	"	100	150
Acide fluorhydrique	"	5	10
Acide chlorhydrique	"	50	100
Métaux lourds (Hg, Pb, Cd, As.)	"	5	10

FIG. 4.29 – Seuils des rejets atmosphériques par secteur 2

**ÉVALUATION DU
CHANGEMENT CLIMATIQUE ET
DE SES RISQUES**

NO.	GCM	lat	lon	Institution
1	ACCESS-CM2	300	360	CSIRO-ARCCSS
2	ACCESS-ESM1-5	300	360	CSIRO
3	BCC-CSM2-MR	232	360	BCC
4	CAMS-CSM1-0	200	360	CAMS
5	CAS-ESM2-0	196	360	CAS
6	CESM2	180	360	NCAR
7	CESM2-WACCM	180	360	NCAR
8	CIESM	384	320	THU
9	CMCC-CM2-SR5	292	362	CMCC
10	CMCC-ESM2	292	362	CMCC
11	CNRM-CM6-1	294	362	CNRM-CERFACS
12	CNRM-CM6-1-HR	1050	1442	CNRM-CERFACS
13	CNRM-ESM2-1	294	362	CNRM-CERFACS
14	CanESM5	291	360	CCCma
15	CanESM5-CanOE	291	360	CCCma
16	E3SM-1-1	180	360	E3SM
17	EC-Earth3-CC	292	362	EC-Earth-Consortium
18	EC-Earth3-Veg-LR	292	362	EC-Earth-Consortium
19	FGOALS-g3	218	360	CAS
20	FIO-ESM-2-0	384	320	FIO-QLNM
21	GFDL-CM4	180	360	NOAA-GFDL
22	GISS-E2-1-G	180	288	NASA-GISS
23	HadGEM3-GC31-LL	330	360	MOHC

24	HadGEM3-GC31-MM	1205	1440	MOHC
25	INM-CM4-8	180	360	INM
26	INM-CM5-0	180	360	INM
27	IPSL-CM6A-LR	332	362	IPSL
28	KIOST-ESM	200	360	KIOST
29	MIROC-ES2L	256	360	MIROC
30	MIROC6	256	360	MIROC
31	MPI-ESM1-2-HR	404	802	MPI-M
32	MPI-ESM1-2-LR	220	256	MPI-M
33	MRI-ESM2-0	180	360	MRI
34	NESM3	292	362	NUIST
35	NorESM2-LM	385	360	NCC
36	NorESM2-MM	385	360	NCC
37	UKESM1-0-LL	330	360	MOHC

FIG. 4.30 – GCM de niveau de mer



FIG. 4.31 – L'identification des risques climatiques en 2100 selon le GIEC dans le pire des scénarios

Sensibilité	Description / Caractéristiques	Score
Très grande sensibilité au risque	<p>L'entreprise possède un grand nombre d'actifs ou d'activités critiques qui seront considérablement affectés par des risques physiques ou de transition, ou ces risques affecteront considérablement la chaîne d'approvisionnement de l'entreprise. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les actifs ou opérations concernés représentent (par exemple) > 20 % des revenus. • La perturbation de la chaîne d'approvisionnement peut avoir des impacts très importants sur les opérations commerciales, y compris la disponibilité limitée des principaux intrants. • Les actifs affectés remplissent une fonction unique qui ne peut pas être facilement déplacée sans encourir des coûts très élevés. • Les actifs concernés ont plusieurs dépendances au sein de l'entreprise. • L'interruption d'un jour ou plus de ces actifs critiques entraînerait probablement pertes financières importantes (par exemple, clients annulant de futurs contrats, perte importante de revenus, atteinte à la marque, etc.). 	5
Haute sensibilité au risque	<p>L'entreprise possède des actifs ou des opérations critiques qui seront significativement affectés par des risques physiques ou des risques de transition, ou l'entreprise sera significativement affectée par les impacts climatiques affectant sa chaîne d'approvisionnement. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les actifs ou opérations concernés représentent (par exemple) >10 % du chiffre d'affaires. • La perturbation de la chaîne d'approvisionnement peut avoir des impacts significatifs sur les opérations commerciales, y compris la disponibilité limitée des principaux intrants. • Les actifs affectés remplissent une fonction unique qui ne peut pas être facilement déplacée sans encourir des coûts élevés. • Les actifs concernés ont plusieurs dépendances au sein de l'entreprise. • L'interruption d'un jour ou plus de ces actifs critiques entraînerait probablement pertes financières importantes (par exemple, clients annulant de futurs contrats, perte importante de revenus, atteinte à la marque, etc.). 	4
Sensibilité modérée au risque	<p>L'entreprise possède des actifs ou des opérations critiques qui seront affectés par des risques physiques ou des risques de transition, ou l'entreprise sera affectée par des impacts climatiques affectant sa chaîne d'approvisionnement. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les actifs ou opérations concernés représentent (par exemple) <10 % des revenus. • La perturbation de la chaîne d'approvisionnement peut avoir des impacts modérés sur les opérations commerciales, y compris la disponibilité limitée des principaux intrants. • L'entreprise peut tolérer une interruption si l'actif critique est hors ligne jusqu'à 1 jour. 	3
Faible sensibilité au risque	<p>L'entreprise possède peu d'actifs ou d'activités critiques qui seront affectés par des risques physiques ou des risques de transition, ou l'entreprise ne sera que modérément affectée par les impacts climatiques affectant sa chaîne d'approvisionnement. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les actifs critiques représentent (par exemple) <5 % des revenus. • L'entreprise peut tolérer une interruption si un actif critique est hors ligne. • La perturbation de la chaîne d'approvisionnement peut avoir des impacts limités sur les opérations commerciales, y compris la disponibilité limitée des principaux matériaux d'entrée. 	2
Très faible sensibilité au risque	<p>La société ne possède pas d'actifs critiques qui seront affectés par les risques physiques ou de transition liés au changement climatique ou ne dépend pas d'immobilisations physiques. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opérations très polyvalentes. • Généralement, pas ou peu d'emplacements d'immobilisations. • Pas ou très peu de dépendances de la chaîne d'approvisionnement. 	1

FIG. 4.32 – Sensibilité score

Adaptatif Capacité	Descriptif / Caractéristiques	Score
Très grande capacité d'adaptation	<p>L'entreprise est déjà bien positionnée pour gérer les risques liés à la transition ou au climat physique.</p> <p>Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absence ou très faible niveau d'actifs physiques essentiels à l'entreprise. • Capable de mettre en œuvre facilement des mesures pour réduire la sensibilité au risque à faible coût. • Faible empreinte carbone ou facilement capable de réduire l'empreinte carbone. • Activités de l'entreprise susceptibles de bénéficier de la transition vers une économie bas carbone. 	5
Grande capacité d'adaptation	<p>La société est positionnée pour gérer les risques liés à la transition ou au climat physique, bien que des investissements supplémentaires puissent être nécessaires. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faible niveau d'actifs physiques essentiels à l'entreprise. • Capable de mettre en œuvre des mesures pour réduire la sensibilité au risque à un coût relativement faible. • Capable de réduire les émissions ou d'atténuer les risques de transition à un coût relativement faible. • Certaines activités de l'entreprise peuvent bénéficier de la transition vers une économie à faibles émissions de carbone. 	4
Capacité d'adaptation neutre	<p>L'entreprise a besoin d'une planification stratégique et d'investissements pour améliorer sa sensibilité à l'exposition au risque. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certains actifs physiques ou processus (par exemple, la chaîne d'approvisionnement) essentiels à l'entreprise qui peuvent être exposés à des risques de transition ou physiques. • Capable de mettre en œuvre des mesures pour réduire la sensibilité au risque à un coût modéré. • L'entreprise est dans un secteur associé à des émissions modérées. • Certaines activités de l'entreprise ne sont pas exposées au risque ou peuvent bénéficier de la transition vers une économie bas carbone. 	3
Faible capacité d'adaptation	<p>L'entreprise est mal positionnée pour gérer les risques liés à la transition ou au climat physique.</p> <p>Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coûts très élevés associés à la gestion des risques. • Les risques peuvent être tolérables ou peuvent être externalisés (par exemple, assurés ou actifs vendus). • Empreinte carbone élevée associée à l'entreprise et/ou au secteur. • Les mesures d'atténuation nécessitent des ajustements au modèle d'entreprise. • Portion importante des revenus provenant d'activités susceptibles d'être touchés par la transition vers une économie à faibles émissions de carbone. 	2
Très faible capacité d'adaptation	<p>L'entreprise est très mal positionnée pour gérer les risques de transition ou climatiques physiques.</p> <p>Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coûts extrêmement élevés associés à la gestion des risques. • Les risques ne peuvent pas être externalisés (par exemple, assurés ou actifs vendus). • Modification importante du modèle d'entreprise nécessaire pour faire face aux risques. • Empreinte carbone très élevée associée à l'entreprise et au secteur. • La majorité des revenus provenant d'activités qui seront négativement affectées par la transition vers une économie à faibles émissions de carbone. 	1

FIG. 4.33 – Capacité d'adaptation score

Magnitude	Description / Caractéristiques	Score
Très haut Impact	<p>L'impact peut être catastrophique. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nécessité complète de cesser les opérations. • Perte de vie. • Pertes financières pouvant entraîner une faillite, c'est-à-dire des dettes qui dépassent la capacité de les payer. • Contentieux contre des dirigeants d'entreprises pouvant entraîner des peines de prison. • Dommages environnementaux irréversibles. 	5
Haut Impact	<p>L'impact peut avoir un impact significatif sur la rentabilité, les opérations, la réputation, etc. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pertes ou passifs financiers qui pourraient avoir un impact significatif sur le l'entreprise, par exemple, entraînant la nécessité de réduire l'échelle, les passifs qui obligent l'entreprise à modifier considérablement ses plans. • Litige contre la société ou les administrateurs pouvant entraîner des amendes importantes. • Dégâts environnementaux majeurs. • Publicité négative et atteinte à la réputation pouvant entraîner la perte de partie très importante de la clientèle. 	4
Modéré Impact	<p>L'impact peut avoir un impact significatif sur la rentabilité, les opérations, la réputation, etc. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pertes ou passifs financiers pouvant avoir un impact significatif sur le l'entreprise, par exemple, impact majeur sur la rentabilité. • Dégâts environnementaux mineurs. • Publicité négative et atteinte à la réputation qui entraînent la perte d'une partie de la clientèle. 	3
Faible Impact	<p>L'impact a le potentiel d'avoir un léger effet sur la rentabilité, les opérations, la réputation, etc. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Petites pertes ou responsabilités qui n'ont pas d'impact significatif sur l'entreprise. • Aucun dommage environnemental. • Atteinte à la réputation de courte durée ou mineure et aucun client perdu en conséquence. 	2
Minimal Impact	<p>L'impact n'a pas le potentiel d'affecter matériellement la rentabilité, les opérations, la réputation, etc. Les caractéristiques peuvent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pertes ou passifs financiers négligeables. • Aucun dommage environnemental. • Pas de négatif publiquement. 	1

FIG. 4.34 – Magnitude score

Probabilité	Descriptif / Caractéristiques	Score
Très Haut Potentiel	Équivalent à une probabilité de 90 à 100 % de se produire dans un délai spécifié. Cela peut autrement être considéré comme « très probable » .	5
Grand potentiel	Équivalent à une probabilité de 66 % à 100 % de se produire dans un délai spécifié. Cela peut autrement être considéré comme « susceptible » de se produire.	4
Potentiel moyen	Équivalent à une probabilité de 33 à 66 % de se produire dans un délai spécifié. Cela peut autrement être considéré comme « possible » de se produire, ou à peu près aussi probable qu'improbable.	3
Potentiel faible	Équivalent à une probabilité de 0 à 33 % de se produire dans un délai spécifié. Sinon, cela peut être considéré comme « peu probable » .	2
Potentiel minimal	Équivalent à une probabilité de 0 à 10 % de se produire dans un délai spécifié. Sinon, cela peut être considéré comme "très peu probable" .	1

FIG. 4.35 – Probabilité score

Descripteurs des niveaux de confiance du GIEC	
Très haute confiance	Accord scientifique élevé et preuves solides.
Grande confiance	Accord scientifique élevé ou moyen et preuves moyennes ou solides.
Confiance moyenne	Accord scientifique moyen et preuves moyennes.
Faible confiance	Accord scientifique moyen ou faible et preuves limitées ou moyennes.
Confiance très faible	Accord scientifique faible et preuves limitées.

FIG. 4.36 – Confiance GIEC