



Département Génie Logistique et Transport

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

## D'INGENIEUR d'État

-Spécialité -

**Ingénierie de la chaîne logistique**

**Et**

**Ingénierie des transports**

- Thème -

# **Impact du transport routier sur la consommation de l'énergie et des émissions de GES**

Réalisé par

**BOUNEGTA Yasmine**

**CHIBA Fatima**

**Les membres de Jury :**

|                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| Mme. TABTI Amina        | Présidente : MCA |
| BENAISSA Mohamed Lazhar | Promoteur : MCB  |
| M. TALBI Tayeb          | Examineur : MAA  |
| M. Aknine Mohamed       | Examineur : MAA  |

**Alger, le 01 / 07 /2024**

**Année universitaire 2023 –2024**

## Dédicace

À ma merveilleuse maman, ma source de joie et d'amour, la présence douce et réconfortante, ton amour inconditionnel et ta tendresse ont toujours été mon havre de paix.

À mon cher papa, ma raison de vivre, qui n'a jamais hésité à m'encourager et à me soutenir à chaque étape de mon existence. Ta sagesse, ton dévouement et la présence rassurante ont été mes piliers et ma source d'inspiration.

À ma chère sœur Serine et mes chers frères Abderrahmane et Anes, partenaires de joie et de peine.

À mes chères tantes Fatima, Safia, Nora et Aléjia, à mes oncles Mahrouf, Foued et Nourdine, à mes cousins et cousines, qui ont toujours été là pour moi avec leur soutien inconditionnel, leurs encouragements chaleureux et leur amour sincère. Votre présence et votre affection ont été une source de réconfort et de force. Merci d'être une part si précieuse de ma famille.

À toutes mes amies ; Anfel, Amina, Bouchra, Fatima et Louiza.

Yasmine

## *Dédicace*

Je dédie ce modeste travail à tous ceux et celles qui m'ont aidé de près et de loin, notamment :

Mes chers parents, qui ne m'ont jamais laissé tomber dans

toutes les circonstances,

Tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation

À mon amie et binôme Yasmine,

Tous ceux qui ont le mérite pour que ce travail soit réalisé.

***Fatima***

## Remerciements

*Avant tous, nous remercions ALLAH le Tout Puissant qui nous a éclairé le chemin du savoir et de la sagesse, qui nous a donné la patience, la santé et la volonté tout au long de notre parcours.*

*Ce travail n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de Monsieur BENAÏSSA Mohamed lazhar, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Nous souhaitons également exprimer notre gratitude envers l'ensemble du personnel de l'APRUE qui nous a accueilli et orienté tout au long de notre travail. Nous adressons nos remerciements particuliers à Mr.OUAZANE Mourad et Mme .KLOUCH Wahida qui n'ont pas hésité à nous apporter leur soutien.*

*Nos remerciements s'adressent également à tout nos professeurs qui nous ont accompagné tout au long de notre cursus et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.*

الملخص :

في المستقبل القريب هناك تحدي يستوجب رفعه على الصعيد العالمي و يتمثل في تخفيض انبعاثات الغازات الدفيئة و تأثيرها على البيئة بحكمها المتسببة في الاحتباس الحراري. فالجزائر ، و التي قدمت مساهمتها الدولية تهدف إلى تحقيق انخفاض تطوعي على المستوى الوطني بنسبة 7% , أو 22% في حالة استفادتها من دعم تقني ومالي دولي. في هذا البحث سنهتم بالقطاع الفرعي للنقل البري و الذي يستهلك أكثر من 12800 Ktep من الوقود الأحفوري و هو بذلك يتصدر حصيلة انبعاثات الغازات الدفيئة المعبر عنها. و لهذا الغرض سيتم اعتماد منهجيتين : الطريقة التنازلية و الطريقة التصاعدية .

**الكلمات المفتاحية :** النقل البري ؛ انبعاثات الغازات الدفيئة ؛ GES ؛ التنازلية ؛ التصاعدية ؛ استهلاك الوقود ؛ الاحتباس الحراري.

**Résumé :** Dans un proche avenir, il est exigé mondialement de relever le défi de réduction de l'impact environnemental sur le plan des émissions des GES, pour réagir face au réchauffement de la planète. L'Algérie, qui a soumis sa contribution internationale, prévoit que d'ici 2030, elle réalisera une réduction volontaire des émissions nationales de GES de 7%, voire, de 22% dans le cas où elle bénéficierait d'un appui technique et financier international. Nous nous intéressons ici au sous-secteur des transports routiers qui consomme plus de 12 800 Ktep de carburant fossile dominant ainsi le bilan des émissions exprimées en GES du secteur. Pour ce faire, des méthodes d'évaluation descendante (Top-Down) et ascendante (Bottom-Up) seront élaborées.

**Mots-clés :** Transport routier ; émission ; GES ; Descendante ; Ascendante ; consommation de carburant ; réchauffement climatique.

**Abstract :** In the near future, the world will have to rise to the challenge of reducing the environmental impact of greenhouse gas emissions in response to global warming. Algeria, which has submitted its international contribution, expects to achieve a voluntary reduction in national GHG emissions of 7% by 2030, or even 22% if it receives international technical and financial support. We focus here on the road transport sub-sector, which consumes more than 12 800 Ktoe of fossil fuel, thus dominating the sector's GHG emissions balance. To this end, Top-Down and Bottom-Up assessment methods will be developed.

**Keywords :** Road transport ; emission ; GHG ; Top-down ; Bottom-up ; Fuel consumption ; Global warming.

## Table des matières

|   |               |
|---|---------------|
| <b>Liste des tableaux</b> .....   | <b>- 1 -</b>  |
| <b>Liste des figures</b> .....  | <b>- 2 -</b>  |
| <b>Les abréviations</b> .....   | <b>- 3 -</b>  |
| <b>Introduction générale</b> .....  | <b>- 5 -</b>  |
| <b>I Contexte général du réchauffement climatique</b> .....                                   | <b>- 7 -</b>  |
| <b>I.1 Le réchauffement climatique</b> .....  | <b>- 7 -</b>  |
| <b>I.2 L'effet de serre</b> .....   | <b>- 8 -</b>  |
| <i>I.2.1 Les émissions mondiales de GES</i> .....   | <i>- 11 -</i> |
| <i>I.2.2 Les émissions de GES en Algérie</i> .....  | <i>- 12 -</i> |
| <b>I.3 Les impacts environnementaux du changement climatique</b> .....                        | <b>- 13 -</b> |
| <b>I.4 Le GIEC</b> .....  | <b>- 14 -</b> |
| <b>I.5 Les décisions politiques</b> .....   | <b>- 16 -</b> |
| <i>I.5.1 Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques</i> ....          | <i>- 16 -</i> |
| <i>I.5.2 La Conférence des Parties (COP)</i> .....  | <i>- 16 -</i> |
| <i>I.5.3 L'atténuation et l'adaptation</i> .....  | <i>- 19 -</i> |
| <b>I.6 Contribution de l'Algérie à la lutte contre le changement climatique</b> .....         | <b>- 20 -</b> |
| <i>I.6.1 L'atténuation en Algérie</i> .....   | <i>- 20 -</i> |
| <i>I.6.2 L'adaptation en Algérie</i> .....  | <i>- 21 -</i> |
| <b>II Présentation de l'APRUE et démarche méthodologique globale</b>                          | <b>- 22 -</b> |
| <b>II.1 Présentation de l'APRUE</b> .....   | <b>- 22 -</b> |
| <i>II.1.1 Direction « Actions Sectorielles - Département Transport et Hydraulique »</i> ..... | <i>- 23 -</i> |

|   |               |
|---|---------------|
| <i>II.1.2 L'observatoire de maîtrise de l'énergie</i> .....   | - 24 -        |
| <b>II.2 L'approche méthodologique</b> .....   | <b>- 25 -</b> |
| <b>III Mise en œuvre des méthodes descendante et ascendante</b> .....   | <b>- 28 -</b> |
| <b>III.1 La méthode descendante (Top-Down)</b> .....  | <b>- 28 -</b> |
| <b>III.2 La méthode ascendante (Bottom-Up)</b> .....  | <b>- 29 -</b> |
| <i>III.2.1 La collecte des données</i> .....  | - 30 -        |
| <i>III.2.2 La consommation totale annuelle de carburant</i> .....   | - 34 -        |
| <i>III.2.3 Les émissions de gaz à effet de serre</i> .....  | - 37 -        |
| <b>IV Discussion des résultats</b> .....  | <b>- 38 -</b> |
| <b>IV.1 Comparaison entre les résultats de la méthode descendante et ascendante</b> .....                           | <b>- 38 -</b> |
| <i>IV.1.1 Consommation d'énergie par genre de véhicule</i> .....  | - 38 -        |
| <i>IV.1.2 Répartition de la consommation d'énergie des véhicules essence, gasoil et GPL par tranche d'âge</i> ..... | - 40 -        |
| <i>IV.1.3 Répartition des émissions de GES en 2020</i> .....  | - 40 -        |
| <b>IV.2 : Les prévisions à l'horizon 2030</b> .....   | <b>- 41 -</b> |
| <i>IV.2.1 L'évolution du parc automobile</i> .....  | - 42 -        |
| <i>IV.2.2 Répartition du parc automobile par sources d'énergie</i> .....  | - 42 -        |
| <i>IV.2.3 Prévision de la consommation d'énergie</i> .....  | - 43 -        |
| <i>IV.2.4 Prévision des émissions de GES</i> .....  | - 44 -        |
| <b>V Recommandations pour l'atténuation des émissions de GES</b> .....  | <b>- 49 -</b> |
| <b>V.1 Recommandations pour le secteur du transport</b> .....   | <b>- 49 -</b> |
| <b>V.2 Recommandations pour les autres secteurs</b> .....   | <b>- 50 -</b> |
| <i>V.2.1 Le secteur de l'énergie</i> .....  | - 51 -        |
| <i>V.2.2 Le secteur de de bâtiment</i> .....  | - 51 -        |
| <i>V.2.3 Le secteur de l'industrie</i> .....  | - 51 -        |
| <i>V.2.4 Le secteur de l'agriculture</i> .....  | - 52 -        |
| <i>V.2.5 Le secteur des déchets</i> .....   | - 52 -        |
| <b>V.3 Conclusion</b> .....   | <b>- 53 -</b> |

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Conclusion générale</b> .....   | <b>- 54 -</b> |
| <b>Annexes</b> .....   | <b>- 55 -</b> |
| <b>Annexe 01: Les pourcentages approximatifs de différents types de véhicules en circulation (le parc roulant)</b> ..... | <b>- 55 -</b> |
| <b>Annexe 02: Taux de conversion</b> .....   | <b>- 56 -</b> |
| <b>Annexe 03 : Evolution de l'âge des véhicules</b> .....  | <b>- 57 -</b> |
| <b>Annexe 04 : Les prévisions du parc national automobile</b> .....  | <b>- 58 -</b> |
| <b>Bibliographie</b> .....   | <b>- 59 -</b> |

## **Liste des tableaux**

|            |   |        |
|------------|---|--------|
| Tableau 1  | : Aperçu des titres des rapports d'évaluation du GIEC .....   | - 15 - |
| Tableau 2  | : Facteurs d'émission par défaut.....   | - 26 - |
| Tableau 3  | : Présentation des méthodes ascendante et descendante .....   | - 27 - |
| Tableau 4  | : Consommation d'énergie en transport routier en 2020 (en Ktep).....  | - 28 - |
| Tableau 5  | : Emissions de GES du transport routier en 2020 à partir de la méthode descendante .....  | - 29 - |
| Tableau 6  | : Pourcentage des véhicules par genre et tranche d'âge (%) de 2020 .....  | - 31 - |
| Tableau 7  | : Parc national automobile réparti selon le genre, la tranche d'âge et la source d'énergie (2020).....                                      | - 32 - |
| Tableau 8  | : Consommation moyenne de carburant en litres/100 Km des différents véhicules répartis selon la tranche d'âge et le type de carburant ..... | - 33 - |
| Tableau 9  | : Distance parcourue moyenne annuelle par véhicule (Km).....  | - 33 - |
| Tableau 10 | : Consommation annuelle totale par type de carburant, selon la tranche d'âge des véhicules .....  | - 34 - |
| Tableau 11 | : Consommation annuelle totale par type de carburant, selon la tranche d'âge des véhicules (année 2020).....                                | - 36 - |
| Tableau 12 | : Consommation annuelle totale en Ktep (PCI) par type de carburant, selon la tranche d'âge des véhicules (année 2020).....                  | - 37 - |
| Tableau 13 | : Emissions de GES du transport routier en 2020 estimer par la méthode ascendante (Bottom-Up).....  | - 37 - |
| Tableau 14 | : Répartition des émissions de GES en 2020 (en %).....  | - 41 - |
| Tableau 15 | : Prévision de la consommation d'énergie de 2020 à 2030.....  | - 43 - |
| Tableau 16 | : Prévision des émissions de CO <sub>2</sub> en tonne à l'horizon 2030 .....  | - 45 - |
| Tableau 17 | : Prévision des émissions de CH <sub>4</sub> en tonne à l'horizon 2030 .....  | - 46 - |
| Tableau 18 | : Prévision des émissions de N <sub>2</sub> O en tonne à l'horizon 2030 .....   | - 47 - |

## Liste des figures

|  |        |
|--|--------|
| Figure 1 : Anomalies annuelles de température moyenne mondiale de 1850 à 2023 (par rapport à la période 1850-1900) .....       | - 8 -  |
| Figure 2 : L'effet de serre radiatif.....  | - 8 -  |
| Figure 3 : Evolution des émissions anthropiques nettes de gaz à effet de serre .....   | - 10 - |
| Figure 4 : Emissions mondiales de GES en 2019 par secteur, activité d'utilisation finale et types de GES.....                  | - 11 - |
| Figure 5 : Les émissions brutes de GES de l'Algérie en 2020.....   | - 12 - |
| Figure 6 : Exemples d'impacts probables du changement climatique au cours du XXIe siècle.....                                  | - 13 - |
| Figure 7 : Contribution du GIEC à la science du changement climatique et à l'élaboration des politiques climatiques.....       | - 14 - |
| Figure 8 : Les différentes COP depuis 1995 jusqu'à 2023 .....  | - 17 - |
| Figure 9 : L'atténuation et l'adaptation.....  | - 19 - |
| Figure 10 : Organigramme de l'APRUE.....   | - 23 - |
| Figure 11 : Emissions totales des GES du transport routier en 2020 basées sur les méthodes « descendante et ascendante » ..... | - 38 - |
| Figure 12 : Consommation d'énergie par genre de véhicule en 2020 .....   | - 39 - |
| Figure 13 : Répartition de la consommation d'énergie des véhicules essence, gasoil et GPL par tranche d'âge .....              | - 40 - |
| Figure 14 : Evolution du parc automobile à l'horizon 2030, par source d'énergie .....  | - 42 - |
| Figure 15 : Prévision et répartition du parc automobile par source d'énergie .....   | - 43 - |
| Figure 16 : Prévision de la consommation d'énergie par type de carburant.....  | - 44 - |
| Figure 17 : Prévision des émissions de CO2 par type de carburant.....  | - 45 - |
| Figure 18 : Prévision des émissions de CH4 par type de carburant.....  | - 47 - |
| Figure 19 : Prévision des émissions de N2O par type de carburant.....  | - 48 - |

## **Les abréviations**

**APRUE** : L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie

**AB/AC** : Autobus/Autocar

**CCNUCC** : La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change)

**CDN**: Contributions déterminées au niveau national

**CEREFÉ**: Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique

**CH<sub>4</sub>**: Méthane

**CO<sub>2</sub>**: Dioxyde de Carbone

**COP** : Conférences des Parties

**Cmt** : Camionnette

**Cn** : Camion

**CPDN** : Contribution Prévues Déterminées au niveau National

**D** : Diesel ou gasoil

**EPA** : Établissement public à caractère administratif

**E** : Essence

**G** : GPL

**GES** : Gaz à effet de serre

**GIEC** : Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change)

**GNC** : Gaz naturel carburant

**GNL**: Gaz naturel liquéfié

**GPL**: Gaz de pétrole liquéfié

**GtCO<sub>2</sub>** : Giga tonne équivalent CO<sub>2</sub>

**HFC**: Hydrofluorocarbures

**Ktep**: Kilotonne équivalent pétrole

**MEM** : Ministère de l'Énergie et des Mines

**N<sub>2</sub>O**: Oxyde nitreux ou protoxyde d'azote

**NASA**: National Aeronautics and Space Administration;

**NF<sub>3</sub>** : Trifluorure d'azote

**OMM** : Organisation météorologique mondiale

**ONG** : Organisations non gouvernementales

**ONS** : Office national des statistiques

**ONU**:Organisation des Nations Unies

**PCI** : Pouvoir Calorifique Inférieur

**PCS** : Pouvoir Calorifique Supérieur

**PFC** : les perfluorocarbures

**PRG** : potentiel de réchauffement global

**PL** : Poids lourds

**PNAE-DD** : Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable

**PNUE** :Programme des Nations Unies pour l'environnement

**SF<sub>6</sub>** : Hexafluorure de soufre

**TCAM** : Taux de croissance annuel moyen

**TJ** : Téra joule

**TR** : Tracteur routier

**UNCBD** : Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique

**UNCCD** : Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification

**UTCF** : Utilisation des terres, leurs changements et la forêt

**VL**: Véhicules légers

**VT** : Véhicule de tourisme

### Introduction générale

Le réchauffement climatique, est l'un des défis majeurs du XXI<sup>e</sup> siècle. Depuis l'ère industrielle, la température de la Terre a commencé d'augmenter de plus en plus avec l'activité humaine qui s'étend de jour au lendemain. Les conséquences de ce phénomène se font de plus en plus ressenties, en amplifiant les impacts sur les écosystèmes, la biodiversité, et la vie quotidienne des populations. Cette problématique impose la nécessité d'une coopération mondiale pour atténuer ses effets et développer des stratégies d'atténuation et d'adaptation durables.

Pour relever ce défi complexe, la communauté internationale a mis en place des mécanismes clés, tels que la création de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et les Conférences des Parties (COP). Ces mécanismes coordonnent et organisent tout les efforts mondiaux qui visent à la lutte contre ce phénomène de réchauffement climatique.

L'Algérie pour sa part, a signé et ratifié les conventions des Nations Unies sur l'Environnement à savoir : la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (UNFCCC/CCNUCC) en 1993, la Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique (UNCBD) en 1995 et la Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification (UNCCD) en 1996. (PNC, 2019)

L'Algérie a également participé à la 21<sup>ème</sup> Conférence des Parties qui a eu lieu à Paris en 2015, où elle s'est engagée à réduire les émissions de gaz à effet de serre jusqu'à 7% réalisé avec les moyens nationaux à l'horizon de 2030, ou une réduction de 22% à condition d'un soutien en matière de financements extérieurs, de développement et de transfert technologique (Algérie Énergie, 2016).

Suite à cet engagement, l'Algérie a adopté le Plan National Climat en 2019, qui met en place les différentes actions d'atténuation, d'adaptation, et d'autres actions transversales, qui couvrent des différents secteurs notamment le secteur de l'énergie, le transport, l'habitat, l'industrie...etc.

Selon le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (GIEC), les émissions directes de gaz à effet de serre (GES) du secteur des transports étaient 8,7 GtCO<sub>2</sub>-éq en 2019 (contre 5,0 GtCO<sub>2</sub>-éq en 1990) et représentaient 23% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie, 70% de ces émissions proviennent du transport routier, tandis que

1%,11%, et 12% des émissions proviennent du transport ferroviaire, maritime et aérien respectivement.

Dans ce mémoire, la problématique qui se pose est : quel est l'impact du transport routier sur la consommation de l'énergie et les émissions de gaz à effet de serre ?

Pour ce faire, notre étude consiste à estimer les émissions de gaz à effet de serre provenant du transport routier en calculant la consommation de carburant dans ce secteur, en se basant sur deux méthodes, une méthode descendante (Top-Down) et une autre ascendante (Bottom-Up). Nous allons également faire une comparaison entre les deux méthodes, et effectuer ensuite des projections jusqu'à 2030, afin de proposer des mesures et des actions d'atténuation à l'horizon de 2030 qui vont aider l'Algérie à atteindre une partie de ces objectifs souligné à la COP21.

Pour mener à bien notre travail, le mémoire a été divisé en cinq chapitres, à savoir :

- Chapitre I : Contexte générale du réchauffement climatique.
- Chapitre II : Présentation de l'APRUE et démarche méthodologique globale
- Chapitre III : Mise en oeuvre des méthodes descendante et ascendante.
- Chapitre IV : Discussion des résultats
- Chapitre V : Recommandations pour l'atténuation des émissions de GES

**Chapitre I :**  
**Contexte général du réchauffement**  
**climatique**

## I Contexte général du réchauffement climatique

### I.1 Le réchauffement climatique

Le réchauffement climatique est un phénomène écologique mondial qui se caractérise par une augmentation générale des températures moyennes de la Terre. Il est due principalement à l'activité humaine.

Le réchauffement climatique ne montre aucun signe de ralentissement. La situation alarme tout les scientifiques. De ce fait, la Secrétaire générale de l'OMM, Celeste Saulo, a déclaré : *« Jamais nous n'avons été aussi proches – quoique temporairement pour le moment – de la limite inférieure de 1,5°C de l'Accord de Paris sur le changement climatique. La communauté de l'OMM lance l'alerte rouge au monde entier...La crise climatique est LE défi déterminant auquel l'humanité est confrontée et est étroitement liée à la crise des inégalités – comme en témoignent l'insécurité alimentaire croissante, les déplacements de population et la perte de biodiversité ».*

Le dernier rapport de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) sur l'état du climat mondial déclare que l'année 2023 a été l'année la plus chaude jamais enregistré en 174 années d'observation. En effet, la température moyenne mondiale près de la surface a atteint  $1,45 \pm 0,12$  °C supérieure à la moyenne de 1850 à 1900 surpassant les années précédentes les plus chaudes, 2016 à  $1,29 \pm 0,12$  °C et 2020 à  $1,27 \pm 0,13$  °C. Les dix dernières années, 2014-2023, ont été les plus chaudes jamais enregistrées avec plus de  $1,20 \pm 0,12$  °C supérieur à la moyenne de 1850 à 1900.

Comme on peut le constater dans le graphique ci-dessus (Figure 1), la température moyenne mondiale de l'air à la surface des terres et de l'eau (à la surface des océans) a augmenté de manière significative depuis le début de la Révolution Industrielle. Jusqu'au milieu des années 1930, l'écart par rapport à la moyenne de la période de référence préindustrielle 1850-1900 était faiblement marqué, puis il est devenu légèrement positif jusqu'à environ 1980.

Depuis le début des années 1980, le réchauffement s'est accentué, avec une augmentation continue de la moyenne décennale (OMM, 2024).

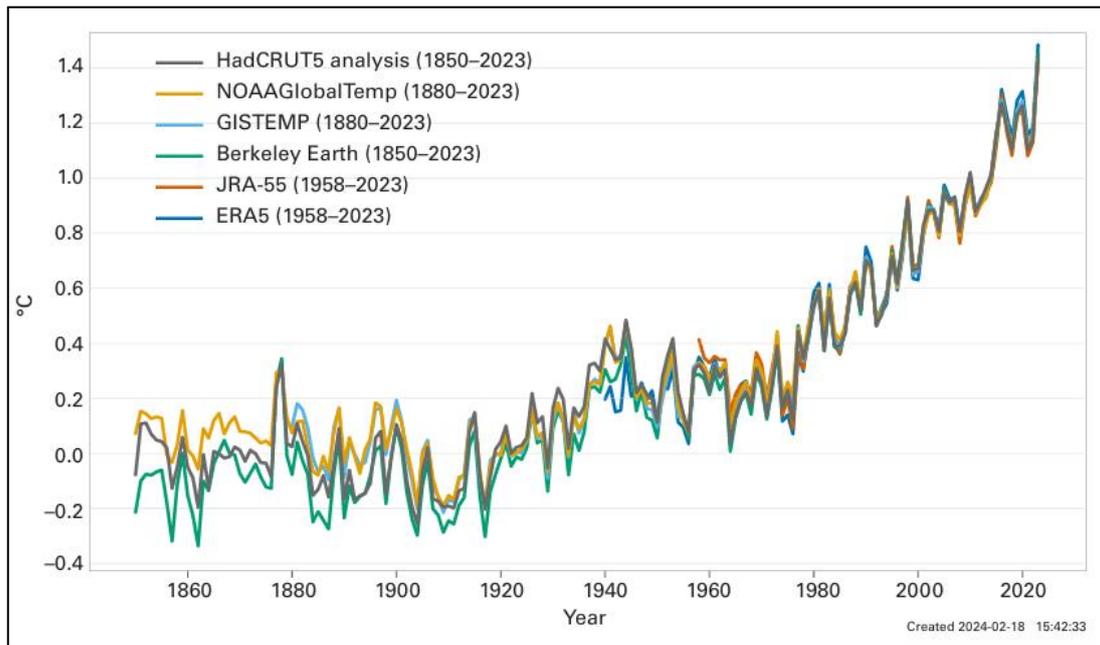


Figure 1: Anomalies annuelles de température moyenne mondiale de 1850 à 2023 (par rapport à la période 1850-1900). Source : OMM, 2024

### I.2 L'effet de serre

L'effet de serre désigne un processus naturel qui piège la chaleur à la surface de la Terre. Il augmente la température moyenne de la Terre d'environ 33 °C, ce qui la rend habitable. Sans ce phénomène, la température de la terre serait de -18 °C, tel que décrit par NASA Science.

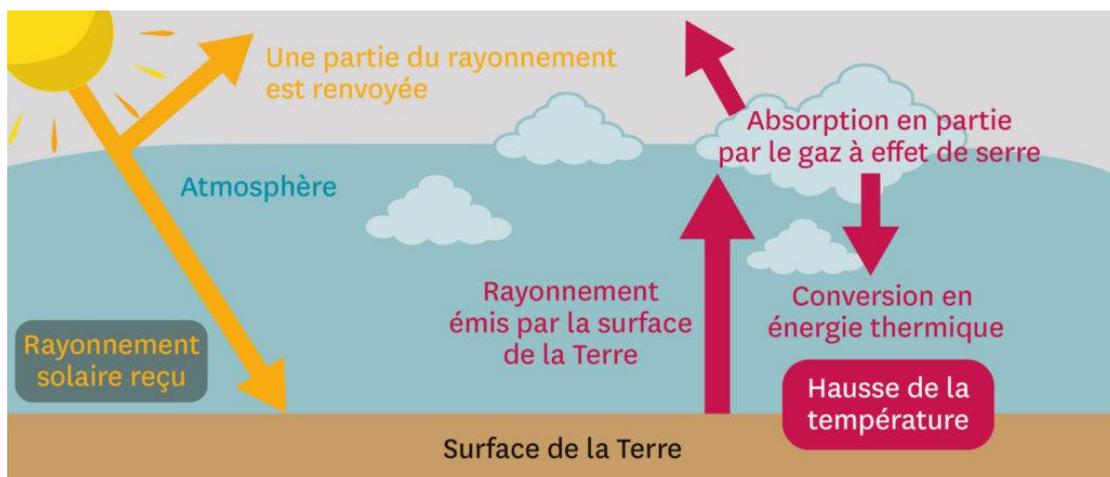


Figure 2 : L'effet de serre radiatif. Source : Actu-Géologique.fr (2022).

## Chapitre I : Contexte général du réchauffement climatique

Le rayonnement solaire traverse l'atmosphère terrestre, une partie de ce rayonnement est réfléchi par la terre, une autre partie est absorbée par la terre, qui à son tour émet des rayonnements infrarouges. Ces derniers sont absorbés par les gaz à effet de serre conduisant ainsi au réchauffement de la terre.

Il existe différents types de gaz à effet de serre, qui ont des niveaux de potentiel de réchauffement global (PRG) différents. Parmi ces gaz, on retrouve le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), le méthane ( $\text{CH}_4$ ), l'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ainsi que d'autres gaz naturellement présents dans l'atmosphère, en plus de ceux produits par les activités humaines.

Le  $\text{CO}_2$  est le principal gaz à effet de serre. C'est un gaz non inflammable, incolore et inodore qui est produit par la combustion des combustibles fossiles.

Le  $\text{CH}_4$  est un gaz inflammable, incolore et inodore. Son potentiel de réchauffement global<sup>1</sup> (PRG) est 28 fois plus élevé que celui du  $\text{CO}_2$ . Il peut demeurer dans l'atmosphère pendant approximativement 12 ans.

L'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) est un gaz non inflammable incolore qui dégage une odeur douce. Il est également un puissant gaz à effet de serre ayant un potentiel de réchauffement globale 265 fois plus élevé que celui du  $\text{CO}_2$  et il peut demeurer dans l'atmosphère pendant 121 ans. (GIEC, 2013)

En plus de ces gaz il existe les gaz fluorés (F-Gas) qui sont des gaz synthétiques utilisés dans l'industrie, et qui ont un potentiel de réchauffement global élevé.

Ces gaz comprennent :

- les hydrofluorocarbures (HFC),
- les perfluorocarbures (PFC),
- l'hexafluorure de soufre ( $\text{SF}_6$ )
- le trifluorure d'azote ( $\text{NF}_3$ ).

---

<sup>1</sup>Le potentiel de réchauffement global (PRG) est un indice de l'énergie totale ajoutée au système climatique par un composant en question par rapport à l'énergie ajoutée par le  $\text{CO}_2$ .

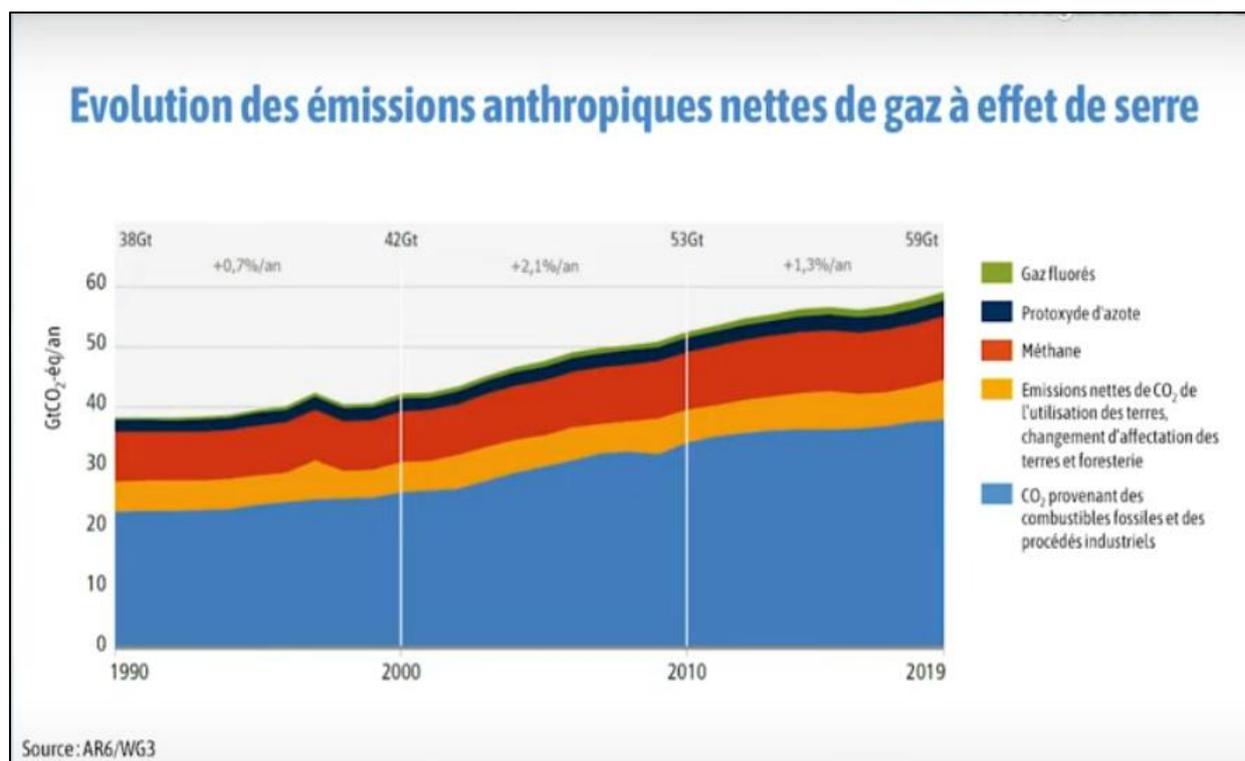


Figure 3 : Evolution des émissions anthropiques nettes de gaz à effet de serre. Source : GIEC, 2022

### I.2.1 Les émissions mondiales de GES

Comme il a été cité précédemment, les dix dernières années (2014-2023) ont été les plus chaudes jamais enregistrées. La figure ci-dessous (Figure 4) représente les émissions mondiales de GES en 2019 par secteur, activité d'utilisation finale et par type de GES.

#### World Greenhouse Gas Emissions in 2019 (Sector | End Use | Gas)

Total: 49.8 GtCO<sub>2</sub>e

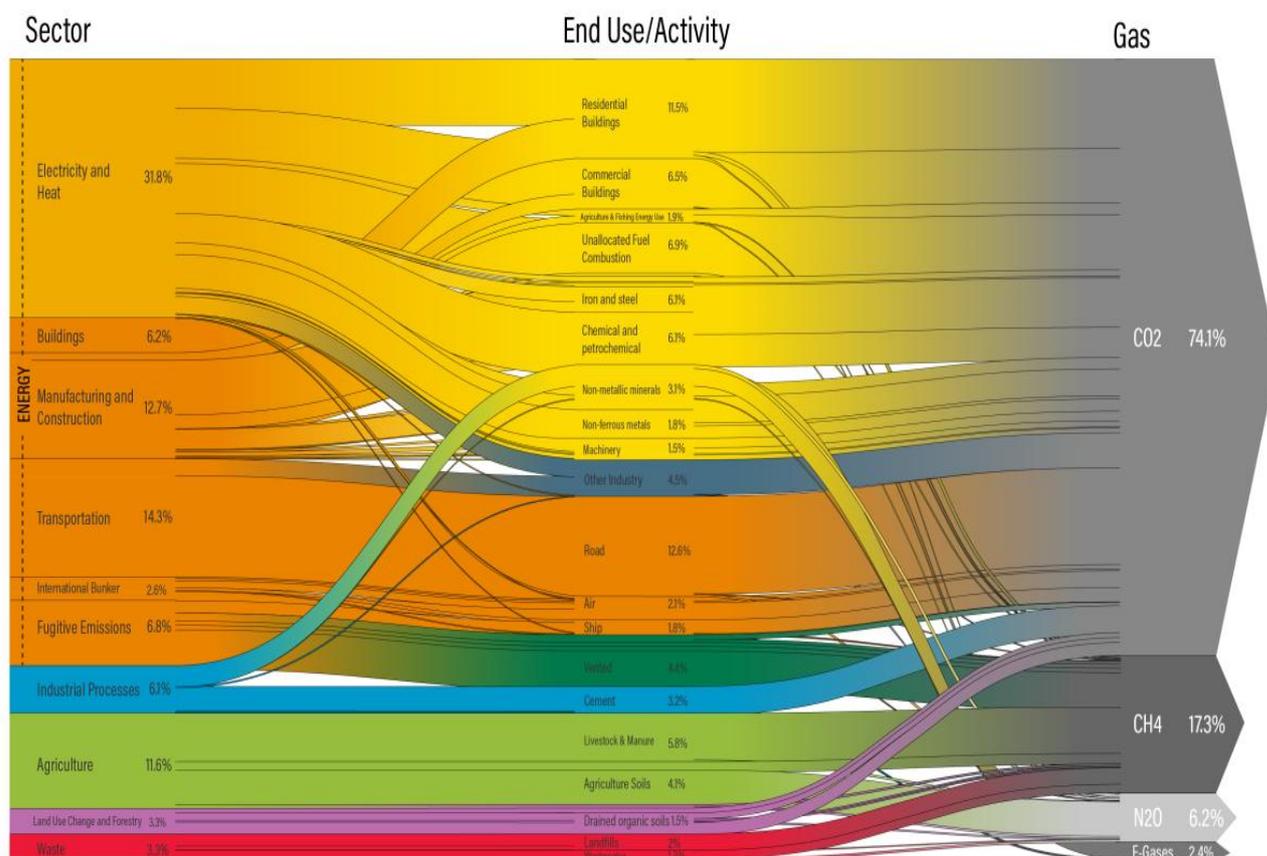


Figure 4: Emissions mondiales de GES en 2019 par secteur, activité d'utilisation finale et types de GES. Source : World Resources Institute (2022)

Le secteur d'énergie est la source principale des émissions de gaz à effet de serre, il contribue à 75,6% (37,6 GtCO<sub>2</sub> e) des émissions mondiales.

De 1850 à 2019, l'humanité a émis, selon le résumé du sixième rapport de synthèse du GIEC publié par The Shifters « 2400 Gt de CO<sub>2</sub>, dont 42% entre 1990 et 2019... pour chaque 1000 Gt de CO<sub>2</sub> émis, l'atmosphère se réchauffe d'environ 0,45°C ».

La consommation d'énergie comprend plusieurs secteurs : l'électricité et la production de la

## Chapitre I : Contexte général du réchauffement climatique

chaleur, le transport, les bâtiments, l'industrie manufacturière et la construction, les émissions fugitives<sup>2</sup> et la combustion d'autres combustibles. Le transport est classé comme le deuxième secteur le plus polluant après la production de la chaleur et l'électricité avec 8,4 GtCO<sub>2</sub> d'émissions soit 14,3% des émissions totales ; 88,1% provient du sous-secteur routier. Le transport routier joue un rôle prépondérant dans cette consommation et constitue donc une importante source de pollution et de réchauffement climatique.

D'autre part, la plupart des émissions globales de gaz à effet de serre est émis par le dioxyde de carbone (74,1%). Cela est dû au fait que le CO<sub>2</sub> est produit par la combustion des combustibles fossiles. Le Méthane (CH<sub>4</sub>) contribue à 17,3%, l'Oxyde nitreux et les F-gaz contribuent à 6,2% et 2,4% respectivement.

### I.2.2 Les émissions de GES en Algérie

Les émissions de gaz à effet de serre de l'Algérie en 2020 ont été 220.544,85 kt CO<sub>2</sub>eq. Ces émissions (hors UTCF - agriculture et changement d'affectation des terres -) ont augmenté de 129,9 % entre 1990 et 2020, de 50,7 % entre 2005 et 2020 et ont diminué de 4,1 % au cours de la période 2019-2020. (BUR1 Algérie, 2023)

La figure ci-dessous représente les émissions brutes de GES de l'Algérie en 2020. On constate qu'environ 82% de ces émissions émanent du secteur de l'énergie ce qui rend le secteur de l'énergie est le principal secteur contributeur aux émissions nationales de GES.

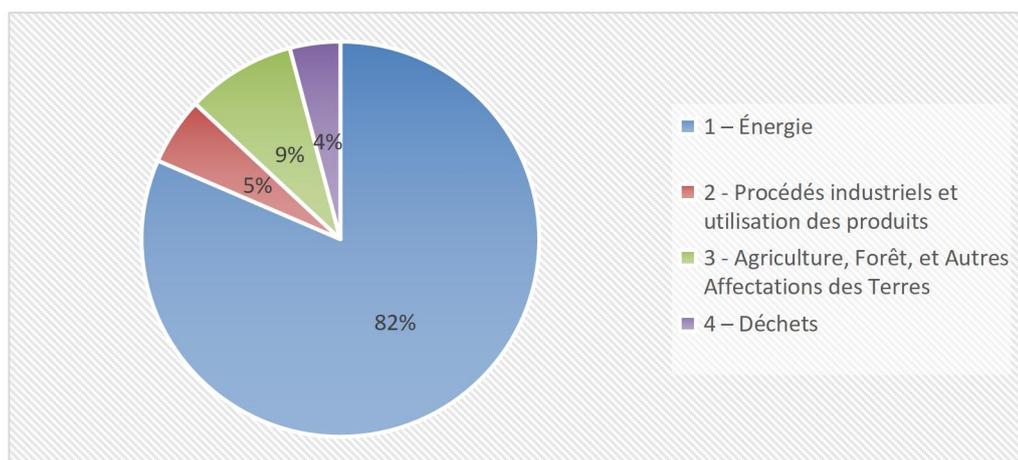


Figure 5 : Les émissions brutes de GES de l'Algérie en 2020. Source : établie par nos soins à partir des données du rapport biennal actualisé de l'Algérie (2023).

<sup>2</sup> Les émissions fugitives sont un type d'émissions non canalisées. Fuites ou pertes progressives de produit qui se produisent à travers différents équipements ou composants.

### I.3 Les impacts environnementaux du changement climatique

Les activités humaines influencent sur le climat de la planète en augmentant les émissions de gaz à effet de serre.

D'après le GIEC, le changement climatique a causé des dommages considérables et des pertes de plus en plus irréversibles dans les écosystèmes (terrestres, d'eau douce, cryosphériques, côtiers et de haute mer). Les incidences sur certains écosystèmes sont proches de l'irréversibilité, comme les incidences des changements hydrologiques résultant du recul des glaciers, ou les changements dans certains écosystèmes de montagne.

Le niveau moyen de la mer a augmenté de 0,20 [0,15 à 0,25] m entre 1901 et 2018. Le taux moyen d'élévation du niveau de la mer était de 1,3 [0,6 à 2,1] mm par an entre 1901 et 1971, de 1,9 [0,8 à 2,9] mm par an entre 1971 et 2006, et de 3,7 [3,2 à 4,2] mm par an entre 2006 et 2018. (GIEC, 2023)

De plus, les analyses d'impact et les recherches menées dans plusieurs pays indiquent que les changements climatiques devraient affecter l'épidémiologie de nombreuses maladies et affections. La Figure 6 illustre quelques exemples des effets potentiels du changement climatique dans diverses régions du monde au cours du 21<sup>ème</sup> siècle.

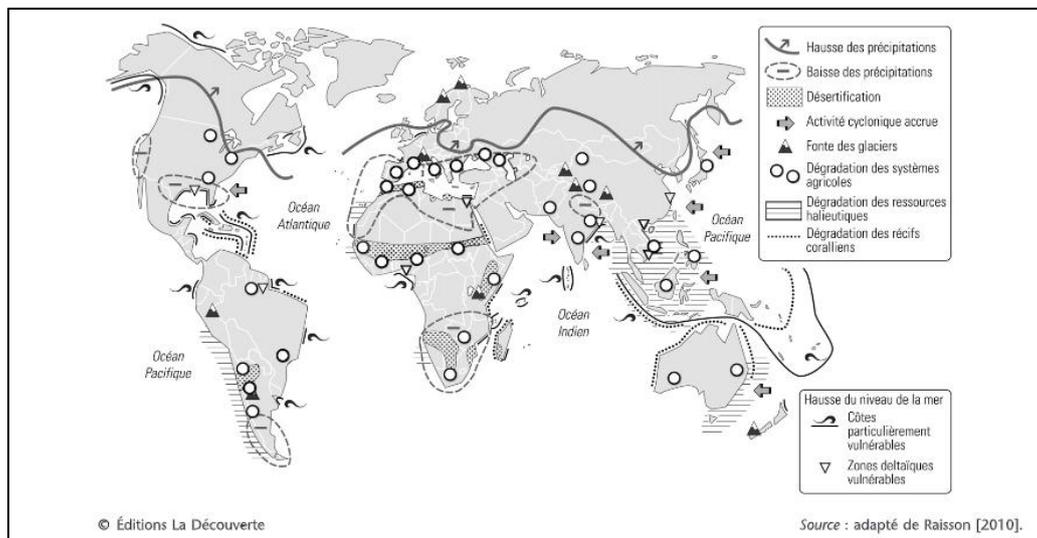


Figure 6 : Exemples d'impacts probables du changement climatique au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle.

Source : Adapté de Raison, 2010

### I.4 Le GIEC

Le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), connu également par son acronyme anglais IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) est une organisation regroupant 195 États membres de l'ONU (The Shifters, 2023), créé en 1988 par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), il est connu comme la référence mondiale sur le climat.

Le GIEC synthétise, analyse et évalue les travaux scientifiques, techniques et socio-économiques qui sont pertinents pour comprendre les bases scientifiques du changement climatique, ses risques, ses impacts et conséquences ainsi que les options d'adaptation et d'atténuation.

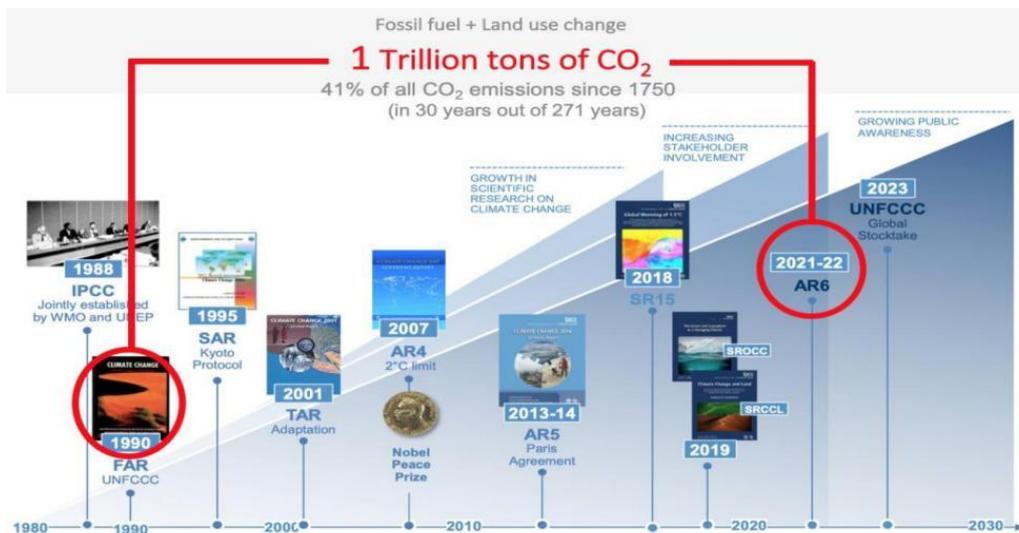


Figure 7 : Contribution du GIEC à la science du changement climatique et à l'élaboration des politiques climatiques. Source : GIEC.

Le GIEC est divisé en trois groupes de travail, plus une équipe spéciale. Le groupe de travail I évalue les aspects scientifiques du changement climatique de l'évolution du climat. Le groupe de travail II s'occupe des impacts, de l'adaptation et de la vulnérabilité du changement climatique et le groupe de travail III se concentre sur les solutions envisageables pour l'atténuation du changement climatique. En complément, l'équipe spéciale a pour objective de développer et d'affiner une méthodologie pour le calcul et la déclaration des émissions et absorptions nationales de gaz à effet de serre.

Le GIEC produit régulièrement (tous les 6 à 7 ans) des rapports d'évaluation depuis 1990.

Le Tableau 01 présente les rapports d'évaluation du changement climatique publiés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) de 1990 à 2023.

## Chapitre I : Contexte général du réchauffement climatique

Tableau 1 : Aperçu des titres des rapports d'évaluation du GIEC

|                           |  |                           |  |
|---------------------------|--|---------------------------|--|
| 1er Rapport d'Evaluation  | FAR Climate Change: Synthesis (Mars-1990)  | 4ème Rapport d'Evaluation | AR4 Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change (Juin-2007)              |
|                           | FAR Climate Change: Scientific Assessment of Climate Change (Juin-1990)  |                           | AR4 Climate Change 2007: The Physical Science Basis (Juin-2007)                |
|                           | FAR Climate Change: Impacts Assessment of Climate Change (Juillet-1990)  |                           | AR4 Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability (Juillet-2007) |
|                           | FAR Climate Change : The IPCC Response Strategies (Octobre-1990)   |                           | AR4 Climate Change 2007: Synthesis Report (Septembre-2007)                     |
| 2ème Rapport d'Evaluation | SAR Climate Change 1995: The Science of Climate Change (Fevrier-1995)  | 5ème Rapport d'Evaluation | AR5 Climate Change 2013: The Physical Science Basis (Septembre-2013)           |
|                           | SAR Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses (juillet-1995) |                           | AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability (Mai-2014)     |
|                           | SAR Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change (juillet-1995)                                     |                           | AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change (Avril-2014)             |
|                           | SAR Climate Change 1995: Synthesis Report (Octobre-1995)   |                           | AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014 (Octobre-2014)                       |
| 3ème Rapport d'Evaluation | TAR Climate Change 2001: The Scientific Basis (Janvier-2001)   | 6ème Rapport d'Evaluation | AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis (Aout-2021)                |
|                           | TAR Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability (Mai-2001)   |                           | AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability (Fevrier-2022)  |
|                           | TAR Climate Change 2001: Mitigation (Juillet-2001)   |                           | AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change (Avril-2022)             |
|                           | TAR Climate Change 2001: Synthesis Report (Octobre-2001)   |                           | AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023 (Mars-2023)                          |

En plus de ces rapports d'évaluation, le GIEC est amené à publier des rapports spéciaux et des rapports méthodologiques comme les Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre.

Le GIEC s'est engagé aussi à établir des stratégies d'adaptation et d'atténuation pour la lutte contre le réchauffement climatique que nous détaillerons ultérieurement dans ce mémoire .

### **I.5 Les décisions politiques**

Face aux impacts de réchauffement climatique qui sont devenus de plus en plus tangibles, la communauté internationale s'est mobilisée pour trouver des solutions et prendre les mesures nécessaires à ce défi majeur. Depuis 1992, 28 sommets internationaux ont été organisés, qui ont réunis des décideurs, des scientifiques et des experts du monde entier. Ces derniers redoublent les efforts pour élaborer des stratégies et politiques ambitieuses.

#### **I.5.1 Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques**

Les États membres de l'ONU ont adopté en 1992, la Convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques, CCNUCC (United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC) lors du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro. Cela a marqué le début des engagements des États, 154 États ont adopté cette convention, en plus des membres de la Communauté européenne.

#### **I.5.2 La Conférence des Parties (COP)**

Lors de l'adoption de la CCNUCC au sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992, les États signataires se réunissent annuellement.

La COP ou conférence des parties est l'organe suprême de cette convention. Elle est organisée chaque année depuis 1995 afin d'entériner des accords sur la lutte contre le réchauffement climatique. Les états signataires évaluent le degré d'application des engagements climatiques pris par les pays, et négocient de nouveaux engagements.

La COP réunit les représentants des États ainsi que les acteurs de la société civile : organisations non gouvernementales (ONG), collectivités territoriales, syndicats, scientifique, etc.

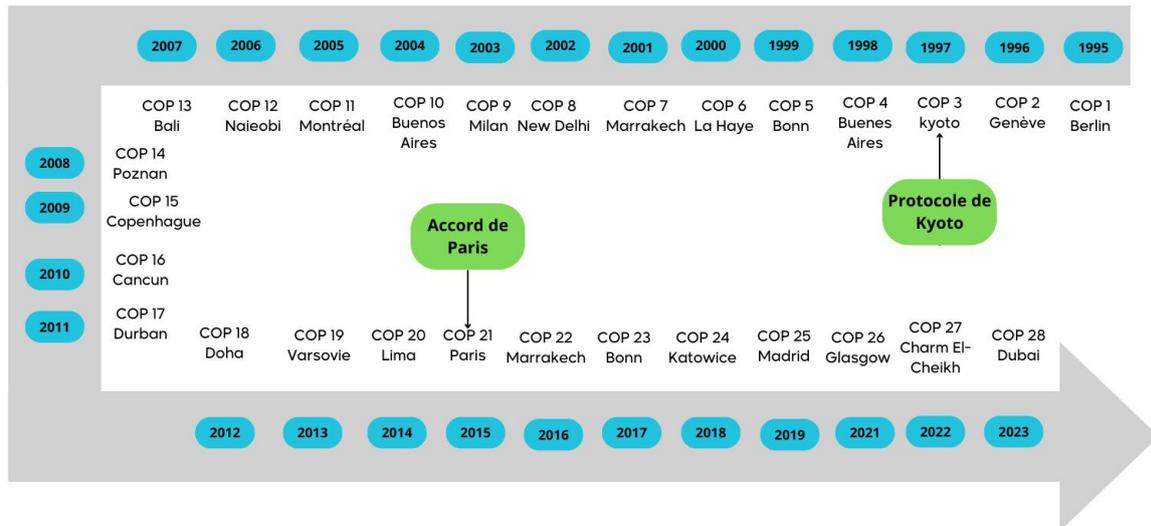


Figure 8 : Les différentes COP depuis 1995 jusqu'à 2023 (établie par nos soins)

### I.5.2.1 Le protocole de Kyoto

Le protocole de Kyoto a été adopté le 11 décembre 1997 dans le cadre de la CCNUCC, il est entré en vigueur en 2005, mais sans la ratification des Etats-Unis. L'objectif visé était de réduire les émissions de GES de 5,2 % sur la période d'engagement de 2008 à 2012 par rapport aux niveaux de 1990. (Martinage, 2011)

Ce protocole a connu un quelques succès, mais il manquait certains éléments nécessaires pour être pleinement efficace, à l'exemple de l'absence de participation des pays en développement, le manque de volonté politique (les États -Unis-principal émetteur de GES- ont refusé de ratifier le protocole), ce qui a affaibli son impact.

Le protocole de Kyoto ne prévoyait pas d'objectifs spécifiques à long terme. Des discussions sur la manière de poursuivre les travaux après les périodes d'engagement ont été entamées lors de la conférence de la CCNUCC qui s'est tenue à Buenos Aires en 2004. En 2009, près de 115 dirigeants mondiaux ont participé à la COP15 (faisant de la Conférence de Copenhague l'un des plus grands rassemblements de ce type en dehors du siège des Nations Unies à New York). Mais la communauté internationale n'est pas parvenue à se mettre d'accord sur quoi que ce soit de définitif. En effet, la communauté internationale n'a pu se mettre d'accord sur rien de concret et reparti bredouille. (Palocz-Andresen *et al.*, 2019)

Les discussions ont progressé au cours des années suivantes et, la COP21, qui s'est tenue à Paris en 2015, a finalement débouché sur un accord historique.

### I.5.2.2 L'accord de Paris

A la 21<sup>ème</sup> conférence des parties (le 12 décembre 2015), l'Accord de Paris a été adopté par la CCNUCC et qui rassemblait 196 Parties (195 pays et l'Union européenne).

L'accord de Paris représente une nouvelle ère de lutte contre le changement climatique.

Il remplaçait le protocole de Kyoto en mettant en place une démarche d'élaboration ascendante qui encourage la coopération volontaire des pays et **permet aux parties de définir par eux même leurs engagements climatiques**, et en impliquant tous les états en une action collective et solidaire. (Geoffron, 2015)

L'accord de Paris -comme indiqué à l'article 2- vise à renforcer la riposte mondiale à la menace des changements climatiques, dans le contexte du développement durable et de la lutte contre la pauvreté, notamment en :

- A. Contenant l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et en poursuivant l'action menée pour limiter l'élévation de la température à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels, étant entendu que cela réduirait sensiblement les risques et les effets des changements climatiques ;
- B. Renforçant les capacités d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques et en promouvant la résilience à ces changements à travers un développement à faible émission de gaz à effet de serre, de sorte qu'il ne menace pas la production alimentaire ;
- C. Rendant les flux financiers compatibles avec un profil d'évolution vers un développement à faible émission de gaz à effet de serre et résilient aux changements climatiques.

En amont de la Conférence, presque toutes les Parties avaient présentés leurs contributions déterminées au niveau national (CDN) couvrant des périodes de 5 ou 10 ans à partir de 2020. Néanmoins, l'Accord de Paris est un document concis qui établit un cadre d'action, mais fournit peu de conseils sur la manière d'atteindre ces objectifs. La flexibilité est utilisée comme priorité pour répondre aux responsabilités, capacités et besoins différenciés de toutes les Parties. (Palocz-Andresen *et al.*, 2019)

### I.5.3 L'atténuation et l'adaptation

Le changement climatique et ses effets néfastes sur l'humanité et l'écosystème de la planète impose une action climatique urgente de la part de la communauté internationale.

Pour faire face à ce défi crucial et existentiel, le GIEC préconise deux stratégies : l'atténuation et l'adaptation.

- L'atténuation est définie comme étant « l'intervention anthropique pour réduire les sources ou augmenter les puits<sup>3</sup> de gaz à effet de serre ». L'atténuation agit sur les causes du changement climatique pour réduire le plus rapidement possible les émissions de GES, cela implique une transition rapide et radicale dans tout secteur d'activité, par exemple agir sur la demande d'énergie, de matériaux et de biens pour modérer la consommation de ressources à l'échelle mondiale.
- L'adaptation est « l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques présents ou futurs ou à leurs effets, afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques ». L'adaptation agit sur les conséquences du changement climatique par l'augmentation de la résilience d'un territoire comme la rénovation thermique des bâtiments par exemple ou la mise en œuvre des actions pour préserver et économiser les ressources naturelles.

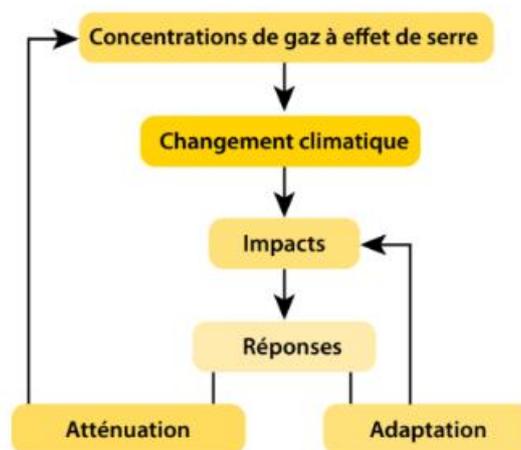


Figure 9 : L'atténuation et l'adaptation. Source : Locatelli, 2011

Sur l'échelle spatiale, les bénéfices qu'apportent l'atténuation sont globaux tandis que l'adaptation fournit surtout des bénéfices sur une échelle locale ou nationale.

L'atténuation et l'adaptation se différencient également selon les secteurs économiques

<sup>3</sup> l'article 1.8 de la CCNUCC désigne un puits comme tout processus, activité ou mécanisme qui élimine un gaz à effet de serre,

concernés, pour l'atténuation la réaction dans le secteur de l'énergie, le transport, l'industrie et les déchets est prioritaire. Pour l'adaptation une priorité est affectée au secteur de l'eau ou de la santé et les zones côtières. L'adaptation et l'atténuation sont toutes les deux pertinentes pour les secteurs de l'agriculture et la forêt. (Locatelli, 2011).

Dans son quatrième rapport, le GIEC recommande de combiner les deux stratégies d'adaptation et d'atténuation pour la lutte contre le changement climatique : « Il est pratiquement certain que ni l'adaptation ni l'atténuation seules ne peuvent éviter tous les impacts du changement climatique, mais elles peuvent se compléter entre elles et, ensemble, peuvent réduire sensiblement les risques de changement climatique. » (GIEC, 2007).

### **I.6 Contribution de l'Algérie à la lutte contre le changement climatique**

A l'échelle nationale, l'Algérie a signé la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC). Elle a également ratifié le protocole de Kyoto (2004) et l'accord de Paris (2016).

Dans le cadre de l'accord de Paris en COP21 de 2015, l'Algérie s'est engagée volontairement à contribuer aux efforts internationaux de lutte contre le phénomène de réchauffement climatique. Pour ce faire, elle a mis en place des instruments et des mesures, à savoir la création du Comité National Climat et l'Agence Nationale des Changements Climatiques. Par ailleurs, elle a élaboré un Plan National Climat et un Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD).

En outre, et dans la même optique, un cadre juridique et un Système national de Mesurabilité, de Reporting et de Vérification (MRV) ont été érigés. (CPDN, 2015)

Il est à noter que le CPDN (Contribution Prévue Déterminée au niveau National) soumis par l'Algérie à la CCNUCC en septembre 2015 décrit son engagement en matière de lutte contre les changements climatiques par l'adoption des mesures d'atténuation et d'adaptation.

#### **I.6.1 L'atténuation en Algérie**

Dans sa stratégie d'atténuation, l'Algérie cible principalement six secteurs d'activités, à savoir le secteur de l'énergie, les forêts, l'habitat, le transport, l'industrie et les déchets (CPDN, 2015).

La contribution de l'Algérie projetée sur la période 2021-2030 est d'une **réduction des émissions de gaz à effet de serre de 7% réalisé avec les moyens nationaux à l'horizon 2030**, par rapport à un scénario de référence (Business As Usual - BAU), et une **réduction de 22% si elle bénéficiera d'un soutien en matière de financements extérieurs, de développement et de transfert technologique et de renforcement des capacités.** (CPDN, 2015)

### **I.6.2 L'adaptation en Algérie**

Dans le cadre de l'achèvement de sa contribution, l'Algérie vise à élaborer un plan national d'adaptation aux changements climatiques afin de promouvoir une société et une économie plus résilientes aux effets de ces changements. La priorité sera accordée à la protection des populations, à la préservation des ressources naturelles et des infrastructures de base contre les risques des phénomènes extrêmes.

L'objectif de ce plan national sera de renforcer la résilience des écosystèmes face aux inondations et à la sécheresse afin de réduire les risques de catastrophes naturelles liées aux changements climatiques. Ce plan visera également à lutter contre l'érosion et à réhabiliter les terres dégradées dans le cadre de la lutte contre la désertification. De plus, le plan intégrera les effets des changements climatiques dans les stratégies sectorielles, en mettant l'accent sur l'agriculture, l'hydraulique, la santé humaine et les transports.

Les principales mesures d'adaptation nécessitent un soutien international varié, comprenant le financement, le renforcement des capacités et le transfert de technologie.

Il est à noter que le Plan National Climat prévoit des mesures d'adaptation, notamment (CPDN, 2015) :

- Adapter le cadre institutionnel et réglementaire aux changements climatiques ;
- Renforcer les capacités institutionnelles et humaines pour lutter contre les changements climatiques ;
- Mettre en place un système de surveillance et d'alerte précoce et renforcer les capacités de gestion des événements climatiques extrêmes ;
- Élaborer des plans d'adaptation aux changements climatiques au niveau régional et local.

**Chapitre II :**  
**Présentation de l'APRUE et démarche**  
**méthodologique globale**

## **II Présentation de l'APRUE et démarche méthodologique globale**

### **II.1 Présentation de l'APRUE**

L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE) qui représente notre lieu de stage de fin d'étude, est un établissement public à caractère administratif (EPA) créée en 1985 par décret présidentiel. Elle est chargée de missions d'intérêt public et placée sous la tutelle du Ministère de l'Energie et des Mines. Son objectif principal est la conservation de l'énergie et la réduction de l'impact du système énergétique sur l'environnement.

Le Directeur Général de l'APRUE a déclaré : « ... *l'agence prépare actuellement son nouveau plan stratégique 2022-2026, qui devrait être présenté à ses organes sociaux durant le premier semestre de l'année en cours. Ce plan vise à réorganiser et déployer l'agence pour être en phase avec les objectifs ambitieux du pays pour l'accélération de sa transition énergétique et soutenir ses efforts et sa contribution (le pays) à la dynamique énergétique mondiale, marquée ces dernières années, et encore plus récemment, par des bouleversements structurels et des changements de paradigmes...Nous avons, à l'APRUE, engagé la réévaluation du potentiel, global et sectoriel, de l'efficacité et de la sobriété énergétiques. Nous travaillons également pour revoir la sélection des projets d'efficacité énergétique à promouvoir. Ces projets doivent démontrer qu'ils permettent de réaliser un minimum d'économie d'énergie d'une part et d'émissions de gaz à effet de serre, d'autre part, et qu'ils respectent des critères d'efficience, tels que le ratio coûts-économies. D'un autre côté, la planification des fonds de soutien de l'état sera ajustée avec les priorités nationales en matière d'efficacité énergétique...* ». (APRUE, 2022)

L'APRUE a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale de maîtrise de l'énergie, et ce à travers la promotion de l'efficacité énergétique. Elle est responsable aussi à :

- Coordonner les activités de maîtrise de l'énergie à l'échelle nationale ;
- Tenir à jour les données nécessaires à la planification concernant la demande d'énergie ;
- Recueillir les informations techniques et économiques relatives à l'énergie dans le monde, promouvoir les formes d'énergie les plus disponibles et les moins polluantes (énergies renouvelables, GNC, GPL, ...) ;
- Sensibiliser les consommateurs à la maîtrise de l'énergie par la formation et la diffusion de l'information ;
- Assurer une assistance conseil dans l'utilisation rationnelle de l'énergie.

## Chapitre II :Présentation de l'APRUE et démarche méthodologique globale

L'APRUE est composée de trois (03) directions et une direction générale comme présenté dans l'organigramme ci-dessous :

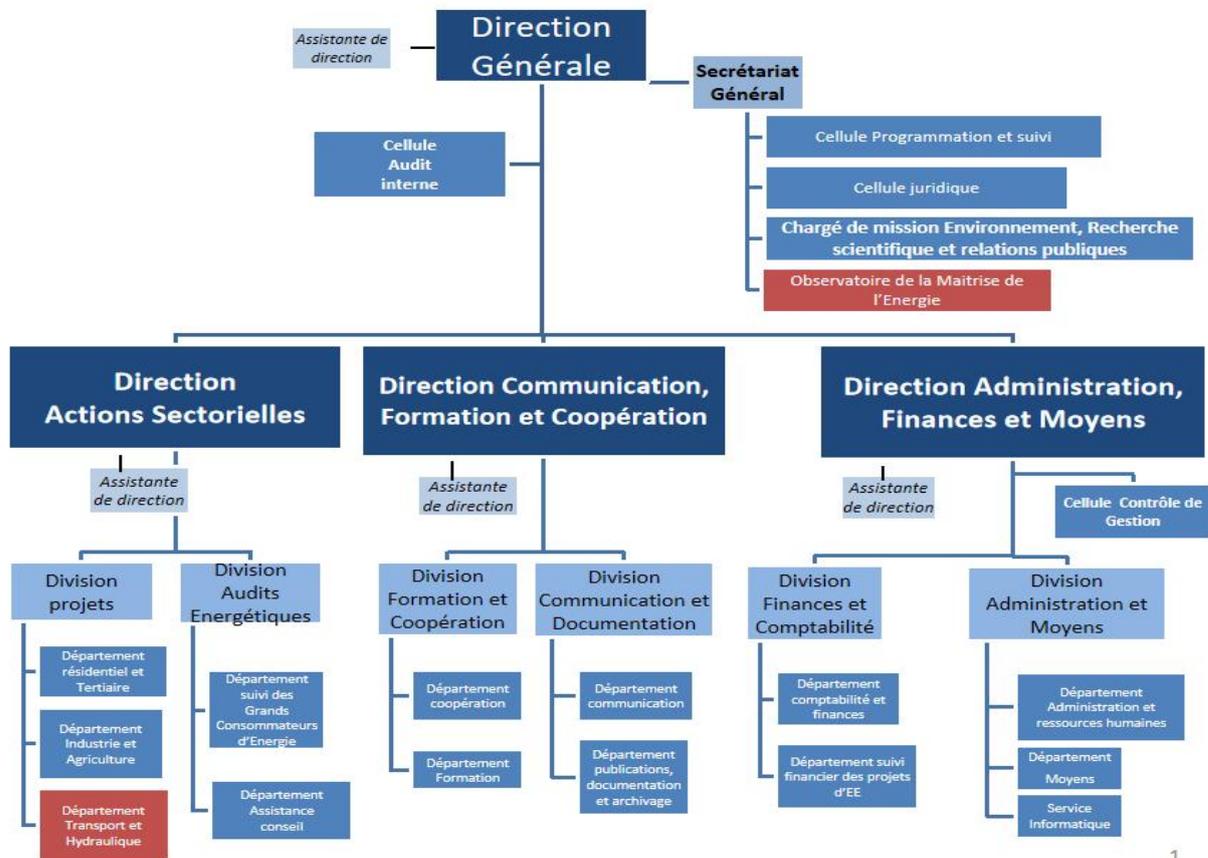


Figure 10 : Organigramme de l'APRUE

### II.1.1 Direction « Actions Sectorielles - Département Transport et Hydraulique »

Notre stage s'est déroulée plus particulièrement au département « Transport et Hydraulique » qui a pour mission principale d'élaborer et de proposer des stratégies et des programmes de développement des transports en commun et individuels dans le cadre de la politique de maîtrise de l'énergie arrêtée par le Gouvernement et du respect de l'environnement et du cadre de vie en concertation avec les associations professionnelles, les opérateurs de transport, les services des administrations centrales et locales, en charge du secteur du transport ainsi que les associations des utilisateurs.

Dans ce cadre, les missions du département consistent notamment à :

- Coordonner les études stratégiques ;

## Chapitre II :Présentation de l'APRUE et démarche méthodologique globale

- Diffuser l'information sur les politiques de transports durables et les "meilleures pratiques ;
- Élaborer et expérimenter des outils méthodologiques de planification dans le domaine du transport ;
- Élaborer et expérimenter des outils méthodologiques d'aide à la décision ;
- Motiver et soutenir des démarches de transport durable.

### II.1.2 L'observatoire de maîtrise de l'énergie

Il est à noter que l'APRUE dispose d'un observatoire de maîtrise de l'énergie, créé en 2006, pour parfaire la connaissance et la compréhension du système énergétique national et afin d'avoir une meilleure visibilité de la situation énergétique à long terme de l'Algérie.

Les missions de l'observatoire de maîtrise de l'énergie consistent à mettre à la disposition des décideurs et des utilisateurs potentiels les éléments d'information et de données nécessaires à la réalisation de diagnostics, d'analyses et de prise de décisions, en assurant le traitement des données collectées et leur mise à jour périodique. Les domaines d'intervention de l'observatoire portent sur les données relatives aux flux énergétiques depuis la prospection jusqu'à l'utilisation.

#### II.1.2.1 Études réalisées par l'Agence

Depuis sa création, l'Agence a entrepris plusieurs études qui peuvent être classées selon les catégories suivantes :

- **Les études générales** : Les études classées générales sont celles qui portent sur l'activité socio-économique et énergétique en général et leur niveau de corrélation. Parmi ces études, on peut citer notamment :
  - Étude sur l'impact de l'introduction des GPL sur l'économie nationale ;
  - Étude sur la maîtrise de l'énergie en Algérie : situation et perspectives ;
  - Étude sur la ventilation de la consommation nationale du gas-oil ;
  - Étude sur l'offre et la demande d'énergie au MAGHREB.
- **Les études spécifiques** : Dans la catégorie des études spécifiques, on distingue trois types d'études. Les études qui portent sur les secteurs économiques (Étude sur

## Chapitre II :Présentation de l'APRUE et démarche méthodologique globale

l'utilisation rationnelle de l'énergie dans les transports), celles qui portent sur les équipements et appareils utilisateurs d'énergie et celles qui portent sur les produits énergétiques. Il y a, à titre d'exemple :

- Étude sur le développement du propane ;
- Étude sur la consommation des carburants ;
- Étude sur la promotion du propane dans le secteur des ménages ;
- Étude sur le gaz naturel carburant (GNC) ;
- Étude sur le marché actuel des GPL et perspectives de développement.

### **II.2 L'approche méthodologique**

Le présent mémoire est axé particulièrement sur l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des transports, notamment le transport routier. Pour ce faire, on appliquera l'approche méthodologique proposé par le GIEC qui va nous permettre d'estimer les émissions de GES afin de pouvoir agir sur les effets néfastes du réchauffement climatique.

Cette approche méthodologique qui permet d'estimer les émissions de GES s'appuiera principalement sur les Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, et la version révisée des Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre de 1996.

Tout d'abord, les émissions de GES sont calculées en multipliant le facteur d'émission par les données d'activité, en appliquant l'équation suivante :

$$E = DA \times FE$$

Où :

- E : émissions de gaz à effet de serre ;
- DA : donnée d'activité ;
- FE : facteur d'émission.

Généralement, dans le secteur des transports - connu sous le nom d' « énergie mobile » dans les guides du GIEC -, la donnée d'activité est la consommation de l'énergie, car cette dernière est corrélée à la combustion des carburants, comme l'essence et le gasoil qui libèrent des gaz à effet de serre.

Pour les facteurs d'émissions, le GIEC suggère l'utilisation des facteurs d'émissions par

## Chapitre II :Présentation de l'APRUE et démarche méthodologique globale

défaut lorsque le pays ne dispose pas de ces valeurs spécifiques. Ces facteurs sont désagrégés par type de gaz (par exemple : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) et type de carburant conduisant à une estimation encore plus précise et complexe.

En transport routier, les principaux gaz à effet de serre qui sont recommandés à estimer dans les Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre sont :

- le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ;
- le méthane (CH<sub>4</sub>) ;
- l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O).

Le tableau ci-dessous représente les facteurs d'émissions par défaut présents dans les Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre.

Tableau 2 : Facteurs d'émission par défaut.

| <b>GES</b>            | <b>Type de carburant</b> | <b>Facteur d'émission (tonne/TJ)</b> |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| <b>CO<sub>2</sub></b> | Essence                  | 69,3                                 |
|                       | Gasoil                   | 74,1                                 |
|                       | GPL                      | 63,1                                 |
| <b>CH<sub>4</sub></b> | Essence                  | 0,033                                |
|                       | Gasoil                   | 0,0039                               |
|                       | GPL                      | 0,062                                |
| <b>N<sub>2</sub>O</b> | Essence                  | 0,0032                               |
|                       | Gasoil                   | 0,0039                               |
|                       | GPL                      | 0,0002                               |

Source : GIEC, 2006

Dans le présent mémoire, nous allons estimer les émissions de GES en suivant deux méthodes. La première méthode est appelée « méthode descendante (Top-down) », et la deuxième méthode est la « méthode ascendante (Bottom-up) ».

## Chapitre II :Présentation de l'APRUE et démarche méthodologique globale

1. **La méthode descendante (Top-down)** : Cette méthode consiste à utiliser les consommations agrégées de carburant fournies par les institutions publiques en charge du secteur de l'énergie pour calculer les émissions de gaz à effet de serre (Diouck et al.,2021).
2. **La méthode ascendante (Bottom-up)** : La méthode ascendante consiste à utiliser des données désagrégées à petite échelle du secteur ou sous-secteur concerné. Elle implique la collecte de données granulaires concernant le genre des véhicules, le type de carburant consommé, la distance parcourue moyenne, la performance en consommation pour chaque catégorie de véhicule ou autres afin d'obtenir une estimation plus précise de la consommation d'énergie, et alors une bonne estimation des émissions de gaz à effet de serre.

Le tableau ci-dessous présente les différents inputs (données d'entrées) avec leurs sources pour la mise en œuvre des deux méthodes.

Tableau 3 : Présentation des méthodes ascendante et descendante

| <b>Méthode</b>                    | <b>Donnée d'entrée</b>   | <b>Source</b>                         |
|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| Méthode descendante<br>(Top-Down) | Consommation d'énergie par type de carburant   | MEM (Bilan énergétique national 2020) |
| Méthode ascendante<br>(Bottom-Up) | Parc national automobile réparti par source d'énergie (type de carburant) et par tranche d'âge | ONS                                   |
|                                   | Distance parcourue moyenne annuelle par véhicule (Km)  | APRUE                                 |
|                                   | Consommation moyenne de carburant au litre/100 Km  | APRUE                                 |

**Chapitre III :**  
**Mise en œuvre des méthodes descendante et**  
**ascendante**

### **III Mise en œuvre des méthodes descendante et ascendante**

Dans le présent chapitre, nous allons appliquer les méthodes descendante et ascendante pour estimer les émissions de gaz à effet de serre du transport routier. Ces méthodes seront mises en œuvre en suivant la méthodologie préalablement expliquée (voir le chapitre 2).

#### **III.1 La méthode descendante (Top-Down)**

Pour appliquer cette méthode, nous aurons besoin de données agrégées sur la consommation de d'énergie du transport routier. Pour ce faire, nous avons tiré les données des consommations de carburant par type (essence, gasoil et GPL) du Bilan énergétique national publié par le Ministère de l'Énergie et des Mines (MEM) pour l'année 2020.

Tableau 4 : Consommation d'énergie en transport routier en 2020 (en Ktep)

| Type de carburant | Consommation en Ktep |
|-------------------|----------------------|
| Essence           | 3554                 |
| Gasoil            | 8167                 |
| GPL               | 1125                 |
| Total             | 12 846               |

Source : MEM

Une conversion est ensuite faite pour passer du Ktep (kilotonne équivalent pétrole) au TJ (térajoule) :

$$\text{Consommation carburant en TJ} = \text{consommation carburant (Ktep)} \times 41,868$$

Le résultat obtenu est utilisé pour calculer les émissions de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, et N<sub>2</sub>O.

$$E = \sum_a (C_a \times FE_a)$$

D'où :

- E : Emissions du gaz à effet de serre (tonne (t))
- C : Consommation de carburant (TJ)
- FE : Facteur d'émission (t/TJ)
- a : Type de carburant (essence, gasoil ou GPL)

### Chapitre III : Mise en œuvre des méthodes descendante et ascendante

Les résultats sont présentés au tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Emissions de GES du transport routier en 2020 à partir de la méthode descendante

| Carburant                             | Essence       | Gasoil        | GPL          | Total         |
|---------------------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Consommation en Ktep                  | 3.554         | 8.167         | 1.125        | 12.846        |
| Consommation en TJ                    | 148.798,87    | 341.935,96    | 47.101,50    | 537.836,33    |
| Emission de CO <sub>2</sub> en tonne  | 10.311.761,83 | 25.337.454,34 | 3.264.133,95 | 38.913.350,12 |
| Emission de CH <sub>4</sub> en tonne  | 4.910,36      | 1.333,55      | 2.920,29     | 9.164,21      |
| Emission de N <sub>2</sub> O en tonne | 476,16        | 1.333,55      | 9,42         | 1.819,13      |
| Emissions totales en tonne            | 10.317.148,35 | 25.340.121,44 | 3.267.063,66 | 38.924.333,45 |

#### III.2 La méthode ascendante (Bottom-Up)

La méthode ascendante a pour point de départ la collecte de données sur les véhicules routiers, notamment ;

- Le parc national automobile (véhicule de tourisme (VT), camionnette (Cmt), camion (Cn), autobus/autocar (AB/AC) et tracteur routier (TR)). Ce parc se présente par source d'énergie (type de carburant : essence (E), gasoil/diesel (D) et GPL (G)) et par tranche d'âge comme suit :
  - Moins de 5 ans ;
  - Entre 5 et 9 ans ;
  - Entre 10 et 14 ans ;
  - Plus de 15 ans.
- Consommation moyenne de carburant en litre/100 Km
- Distance (kilométrage) parcourue moyenne annuelle par véhicule (Km)

### III.2.1 La collecte des données

#### III.2.1.1 Les données du parc national automobile

Les données du parc national automobile (essence et gasoil) de 2020 sont issues de l'office national des statistiques (ONS). Les données sur le parc GPL, quant à lui, ont été fournies par l'APRUE. Ce parc national automobile se compose de :

- Véhicule de tourisme (VT) ;
- Camionnette (Cmt) ;
- Camion (Cn) ;
- Autobus/autocar (AB/AC) ;
- Tracteur routier (TR).

Les véhicules de tourisme et les camionnettes sont classés dans la catégorie VL (véhicules légers). Les camions, autobus/autocar et tracteurs routiers appartiennent à la catégorie PL (Poids lourds).

Pour avoir le nombre de véhicules essence, gasoil et GPL répartis par tranche d'âge, on a effectué le calcul basé sur ce qui suit :

$$X = N_i \times \frac{P_j}{100} \quad (1)$$

Où :

- X : Parc national automobile réparti selon le genre, la tranche d'âge et la source d'énergie
- N : Parc national automobile réparti selon la source d'énergie
- P : Pourcentage des véhicules par genre et tranche d'âge (%)
- i : Source d'énergie (type de carburant)
- j : Tranche d'âge

Le résultat est présenté dans le tableau ci-dessous sous forme de pourcentages de véhicules selon le genre et la tranche d'âge.

### Chapitre III : Mise en œuvre des méthodes descendante et ascendante

Tableau 6 : Pourcentage des véhicules par genre et tranche d'âge (%) de 2020

| Genre des véhicules | Age des véhicules |                  |                    |                |
|---------------------|-------------------|------------------|--------------------|----------------|
|                     | Moins de 5 ans    | Entre 5 et 9 ans | Entre 10 et 14 ans | Plus de 15 ans |
| VT                  | 12,31 %           | 16,29 %          | 12,82 %            | 58,58 %        |
| Cmt                 | 3,48 %            | 13,46 %          | 12,94 %            | 70,11 %        |
| Cn                  | 4,40 %            | 4,94 %           | 6,57 %             | 84,09 %        |
| AB/AC               | 3,56 %            | 7,01 %           | 10,49 %            | 78,93 %        |
| TR                  | 6,74 %            | 8,70 %           | 10,28 %            | 74,28 %        |

Source : ONS

Il est à noter que le parc national automobile calculé est un parc statique qui ne reflète pas le nombre réel de véhicule qui est en circulation. Le parc roulant, quant à lui, donne l'information sur le nombre de véhicules qui sont en circulation en Algérie.

De ce fait, nous avons obtenu des données sur le parc roulant fournies par l'APRUE.

Le calcul du parc roulant va nous permettre d'avoir plus de précision et d'exactitude dans le calcul de la consommation de carburant et dans l'estimation des émissions de GES. En général, le parc roulant varie entre 90% à 98% du parc national total selon le genre de véhicule (voir Annexe 01). En appliquant l'équation (1), on obtient le tableau ci-dessous.

### Chapitre III : Mise en œuvre des méthodes descendante et ascendante

Tableau 7 : Parc national automobile réparti selon le genre, la tranche d'âge et la source d'énergie (2020)

| Type de carburant | Age des véhicules   |                |                  |                    |                | Total     |
|-------------------|---------------------|----------------|------------------|--------------------|----------------|-----------|
|                   | Genre de véhicule   | Moins de 5 ans | Entre 5 et 9 ans | Entre 10 et 14 ans | Plus de 15 ans |           |
| Essence           | VT                  | 471 535        | 623 988          | 491 070            | 2 243 907      | 3 830 500 |
|                   | Cmt                 | 26 622         | 102 971          | 98 993             | 536 351        | 765 014   |
|                   | Véhicules légers    | 498 157        | 726 959          | 590 063            | 2 780 258      | 4 595 514 |
|                   | Cn                  | 2006           | 2252             | 2995               | 38 332         | 45 585    |
|                   | AB/AC               | 167            | 328              | 491                | 3698           | 4685      |
|                   | TR                  | 359            | 463              | 547                | 3953           | 5322      |
|                   | Poids lourds        | 2531           | 3043             | 4033               | 45 983         | 55 592    |
| Gasoil            | VT                  | 140 632        | 186 100          | 146 458            | 669 230        | 1 142 420 |
|                   | Cmt                 | 22 482         | 86 955           | 83 595             | 452 927        | 646 023   |
|                   | Véhicules légers    | 163114         | 273055           | 230054             | 1 122 156      | 1 788 443 |
|                   | Cn                  | 19 042         | 21 379           | 28 433             | 363 916        | 432 770   |
|                   | AB/AC               | 3316           | 6529             | 9770               | 73516          | 93 141    |
|                   | TR                  | 6480           | 8364             | 9883               | 71 414         | 96 142    |
|                   | Poids lourd         | 28 838         | 36 272           | 48 087             | 508 847        | 622 053   |
| GPL               | VT-GPL <sup>4</sup> | 85 308         | 112 890          | 88 843             | 408 870        | 693000    |

#### III.2.1.2 La consommation moyenne de carburant en litres/100 Km

La valeur de la consommation moyenne de carburant en litre/100 Km augmente tout au long des années de circulation des véhicules et selon le type de carburant consommé. Cette augmentation est estimée à 10% tous les 5 ans. Par exemple, un véhicule de tourisme neuf (qui a moins de 5 ans) consomme 10% de moins que celui qui est entre 5 et 9 ans depuis sa mise en circulation.

<sup>4</sup>Seuls les véhicules de tourisme (VT) peuvent être convertis au GPL, donc les pourcentages des véhicules GPL par tranche d'âge sont les mêmes que celle des VT.

### **Chapitre III : Mise en œuvre des méthodes descendante et ascendante**

Le tableau ci-dessous (Tableau 8) montre les consommations moyennes de carburant en litres/100 Km des différents véhicules selon la tranche d'âge et le type de carburant.

Tableau 8 : Consommation moyenne de carburant en litres/100 Km des différents véhicules répartis selon la tranche d'âge et le type de carburant

| Genre de véhicule        |                           | VT  |     |      | Cm   |      | C    |      | AB/AC |      | TR   |      |
|--------------------------|---------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|                          |                           | E   | D   | G    | E    | D    | E    | D    | E     | D    | E    | D    |
| <b>Age des véhicules</b> | <b>Moins de 5 ans</b>     | 6   | 6   | 10   | 11   | 11   | 18   | 28   | 28    | 25   | 33   | 33   |
|                          | <b>Entre 5 et 9 ans</b>   | 6,6 | 6,6 | 11,0 | 12,1 | 12,1 | 19,8 | 30,8 | 30,8  | 27,5 | 36,3 | 36,3 |
|                          | <b>Entre 10 et 14 ans</b> | 7,3 | 7,3 | 12,1 | 13,3 | 13,3 | 21,8 | 33,9 | 33,9  | 30,3 | 39,9 | 39,9 |
|                          | <b>Plus de 15 ans</b>     | 8,7 | 8,7 | 14,5 | 16,0 | 16,0 | 26,1 | 40,7 | 40,7  | 36,3 | 47,9 | 47,9 |

Source : APRUE

#### **III.2.1.3 La distance moyenne annuelle parcourue par véhicule**

Les distances moyennes annuelles parcourues par véhicule (Km) sont données dans le tableau ci-dessous (Tableau 9).

Tableau 9 : Distance parcourue moyenne annuelle par véhicule (Km).

| Genre de véhicule | Distance parcourue en moyenne annuelle par véhicule (Km) |               |  |            |  |                  |  |           |           |           |
|-------------------|--|---------------|--|------------|--|------------------|--|-----------|-----------|-----------|
|                   | <b>Essence</b>   | <b>Gasoil</b> |  | <b>GPL</b> |  | <b>25 000 Km</b> |  |           |           |           |
| <b>VT</b>         |  |               |  |            |  |                  |  | 10 000 Km | 9000 Km   | 25 000 Km |
| <b>Cmt</b>        |  |               |  |            |  |                  |  | 20 000 Km | 20 000 Km | -         |
| <b>Cn</b>         |  |               |  |            |  |                  |  | 25 000 Km | 40 000 Km | -         |
| <b>AB/AC</b>      |  |               |  |            |  |                  |  | 22 000 Km | 28 000 Km | -         |
| <b>TR</b>         |  |               |  |            |  |                  |  | 22 000 Km | 35 000 Km | -         |

Source : APRUE

Après avoir recueilli toutes les données nécessaires, nous allons les utiliser pour calculer la consommation annuelle totale pour chaque source d'énergie (type de carburant) selon la méthode Bottom-Up, afin de quantifier les émissions de GES.

**III.2.2 La consommation totale annuelle de carburant**

Nous calculons la consommation totale annuelle pour chaque type de carburant, en appliquant l'équation suivante :

$$CT = \sum_{i,j,k} \left[ r_i \times d_{i,j} \times \frac{CS_{i,k}}{100} \right] \quad (2)$$

Où :

- CT : La consommation totale annuelle pour chaque type de carburant (essence, gasoil ou GPL) en litres ;
- r : Le parc roulant du véhicule i ;
- d : Distance parcourue moyenne annuelle par véhicule pour le véhicule i et le carburant j (Km) ;
- cs : consommation moyenne de carburant en litre/100 Km pour un véhicule i et la tranche d'âge k (l/100 Km) ;
- i : le genre de véhicule ;
- j : le type de carburant ;
- k : la tranche d'âge des véhicules

Les résultats de la consommation annuelle totale (en litre) sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : Consommation annuelle totale par type de carburant, selon la tranche d'âge des véhicules (en litre)

| Type de carburant | Age des véhicules |             |             |                | Total          |
|-------------------|-------------------|-------------|-------------|----------------|----------------|
|                   | moins de 5 ans    | 5 à 9 ans   | 10 à 14 ans | plus de 15 ans |                |
| <b>Essence</b>    | 322 403 146       | 636 232 768 | 608 175 920 | 3 783 916 565  | 5 350 728 400  |
| <b>Gasoil</b>     | 420 413 591       | 710 895 697 | 891 575 257 | 9 552 253 877  | 11 575 138 422 |
| <b>GPL</b>        | 213 270 750       | 310 446 675 | 268 748 865 | 1 484 198 100  | 2 276 664 390  |

Les consommations annuelles totales doivent être converties au Ktep (kilotonne équivalent pétrole). Pour passer du litre au Ktep, on doit d'abord convertir le litre en tonne, on utilise pour cela la masse volumique ( $\rho$ ) de l'essence (0,74 Kg/l), de gasoil (0,85 Kg/l) et de GPL (0,55 Kg/l).

$$m = \rho \times V \times 0,001 \quad (3)$$

Où :

- $m$  : la masse de carburant consommé (t)
- $\rho$  : la masse volumique du carburant (Kg/l)
- $V$  : le volume de carburant consommé (l)
- 0,001 : valeur de conversion du Kg au tonne

Ensuite, on multiplie la masse calculée par l'équation (3) (masse de carburant consommé (t)) par les coefficients de conversion de la tonne au Ktep pour obtenir la consommation annuelle totale en Ktep (C). (Voir Annexe 02)

- Pour l'essence :  $C = m \times 1,069 \times 10^{-3}$
- Pour le gasoil :  $C = m \times 1,036 \times 10^{-3}$
- Pour le GPL :  $C = m \times 1,18 \times 10^{-3}$

Il convient de noter que les valeurs qu'on vient de calculer (les consommations annuelles totales pour chaque type de carburant en Ktep) sont comptabilisées en pouvoir calorifique supérieur (PCS) alors qu'il est recommandé par le GIEC de les transformer en pouvoir calorifique inférieur (PCI). Ce pouvoir calorifique inférieur (PCI) représente approximativement 80% de la valeur calorifique supérieure. Nous multiplions donc la consommation annuelle totale pour chaque type carburant par 0,8.

Par exemple :

$$C' = C \times 0,8 = 1478 \text{ (Ktep en PCS)} \times 0,8 = 1182 \text{ (Ktep en PCI)} \quad (4)$$

Enfin, les résultats de la consommation annuelle totale pour chaque type de carburant en Ktep (PCI) répartis par tranche d'âge des véhicules pour l'année 2020 sont donnés dans le tableau ci-dessous.

### Chapitre III : Mise en œuvre des méthodes descendante et ascendante

Tableau 11 : Consommation annuelle totale par type de carburant, selon la tranche d'âge des véhicules (année 2020)

| Essence                                    | Age des véhicules        |                            |                              |                          | Total |
|--|--------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|-------|
|  | Véhicules moins de 5 ans | Véhicules entre 5 et 9 ans | Véhicules entre 10 et 14 ans | Véhicules plus de 15 ans |       |
| Consommation annuelle totale en Ktep (PCS) | 255                      | 503                        | 480                          | 2989                     | 4227  |
| Consommation annuelle totale en Ktep (PCI) | 204                      | 402                        | 384                          | 2391                     | 3382  |
| Gasoil                                     | Age des véhicules        |                            |                              |                          | Total |
|  | Véhicules moins de 5 ans | Véhicules entre 5 et 9 ans | Véhicules entre 10 et 14 ans | Véhicules plus de 15 ans |       |
| Consommation annuelle totale en Ktep (PCS) | 361                      | 614                        | 768                          | 8151                     | 9894  |
| Consommation annuelle totale en Ktep (PCI) | 296                      | 500                        | 628                          | 6725                     | 8149  |
| GPL  | Age des véhicules        |                            |                              |                          | Total |
|  | Véhicules moins de 5 ans | Véhicules entre 5 et 9 ans | Véhicules entre 10 et 14 ans | Véhicules plus de 15 ans |       |
| Consommation annuelle totale en Ktep (PCS) | 138                      | 201                        | 174                          | 963                      | 1478  |
| Consommation annuelle totale en Ktep (PCI) | 111                      | 161                        | 140                          | 771                      | 1182  |

**III.2.3 Les émissions de gaz à effet de serre**

Une fois que nous avons calculé la consommation annuelle totale pour chaque type de carburant répartis par tranche d'âge des véhicules, nous quantifions les émissions de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, et N<sub>2</sub>O), en utilisant la même équation utilisée dans la méthode descendante (Top-Down). Le tableau ci-dessous (Tableau 12) récapitule les valeurs obtenues pour la consommation annuelle totale en Ktep (PCI) de 2020 pour chaque type de carburant répartis par tranche d'âge des véhicules :

Tableau 12 : Consommation annuelle totale en Ktep (PCI) par type de carburant, selon la tranche d'âge des véhicules (année 2020)

| <b>Tranche d'âge/Type de carburant</b> | <b>Essence</b> | <b>Gasoil</b> | <b>GPL</b> |
|--|----------------|---------------|------------|
| <b>Véhicules moins de 5 ans</b>        | 204            | 296           | 111        |
| <b>Véhicules entre 5 et 9 ans</b>      | 402            | 500           | 161        |
| <b>Véhicules entre 10 et 14 ans</b>    | 384            | 628           | 140        |
| <b>Véhicules plus de 15 ans</b>        | 2391           | 6725          | 771        |
| <b>Total</b>                           | 3382           | 8149          | 1182       |

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, et N<sub>2</sub>O) donne les résultats présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Emissions de GES du transport routier en 2020 estimer par la méthode ascendante (Bottom-Up)

| <b>Carburant</b>                           | <b>Essence</b> | <b>Gasoil</b> | <b>GPL</b>   | <b>Total</b>  |
|--|----------------|---------------|--------------|---------------|
| <b>Consommation en Ktep</b>                | 3 381,66       | 8 148,90      | 1 182,04     | 12 478,96     |
| <b>Consommation en TJ</b>                  | 141 583,36     | 34 1178,04    | 49 489,82    | 522 469,12    |
| <b>Emission de CO<sub>2</sub> en tonne</b> | 9 811 726,54   | 2 5281 292,65 | 3 122 807,93 | 37 490 973,40 |
| <b>Emission de CH<sub>4</sub> en tonne</b> | 4 672,25       | 1 330,59      | 3 068,37     | 9 033,06      |
| <b>Emission de N<sub>2</sub>O en tonne</b> | 453,07         | 1 330,59      | 9,90         | 1 755,41      |
| <b>Emissions totales en tonne</b>          | 9 816 851,85   | 25 283 953,83 | 3 125 886,19 | 37 501 761,88 |

**Chapitre IV :**  
**Discussion des résultats**

## IV Discussion des résultats

### IV.1 Comparaison entre les résultats de la méthode descendante et ascendante

Le graphique ci-dessous illustre l'estimation des émissions de GES provenant du transport routier en 2020, faite à l'aide de deux méthodes différentes : une méthode descendante et une méthode ascendante.

En évaluant les résultats obtenus par les deux méthodes, nous constatons que l'écart des émissions entre les méthodes descendante et ascendante est de 4,85 % pour l'essence, 0,22 % pour le gasoil et 4,32% pour le GPL. Par conséquent, les résultats sont acceptables puisque l'écart dans tous les cas, est inférieur à 5%.

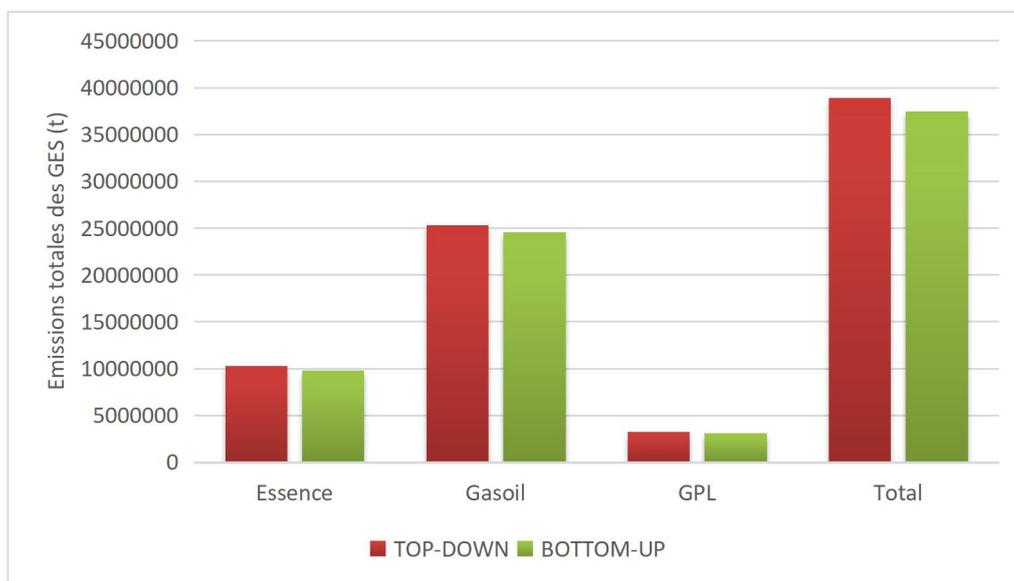


Figure 11 : Emissions totales des GES du transport routier en 2020 basées sur les méthodes « descendante et ascendante »

#### IV.1.1 Consommation d'énergie par genre de véhicule

Nous constatons que le gasoil est le carburant le plus consommé. Il représente 64% du total de la consommation d'énergie en 2020, suivi par l'essence qui représente 27% et puis le GPL qui ne représente que 9% du total des consommations d'énergie.

La grande consommation du gasoil s'explique par plusieurs facteurs qui influencent l'estimation de la consommation. L'un de ces facteurs est le kilométrage moyen parcouru par an qui est beaucoup plus important pour les véhicules à moteur diesel (qui consomme le gasoil) par rapport aux véhicules essence car la majorité des véhicules à moteur diesel sont des poids lourds (camion, autobus/autocar et tracteur routier) qui transportent les passagers et la marchandise, ce qui nécessite des trajets plus longs et donc une consommation plus grande.

De plus, la consommation au 100 Km des véhicules à moteur diesel, notamment les véhicules poids lourds est plus importante par rapport aux véhicules essence.

D'autre part, on remarque que les plus gros consommateurs d'essence sont généralement des véhicules légers (véhicule de tourisme ou camionnette). Ces véhicules sont souvent utilisés pour les déplacements quotidiens, ce qui explique en partie leur forte consommation d'essence.

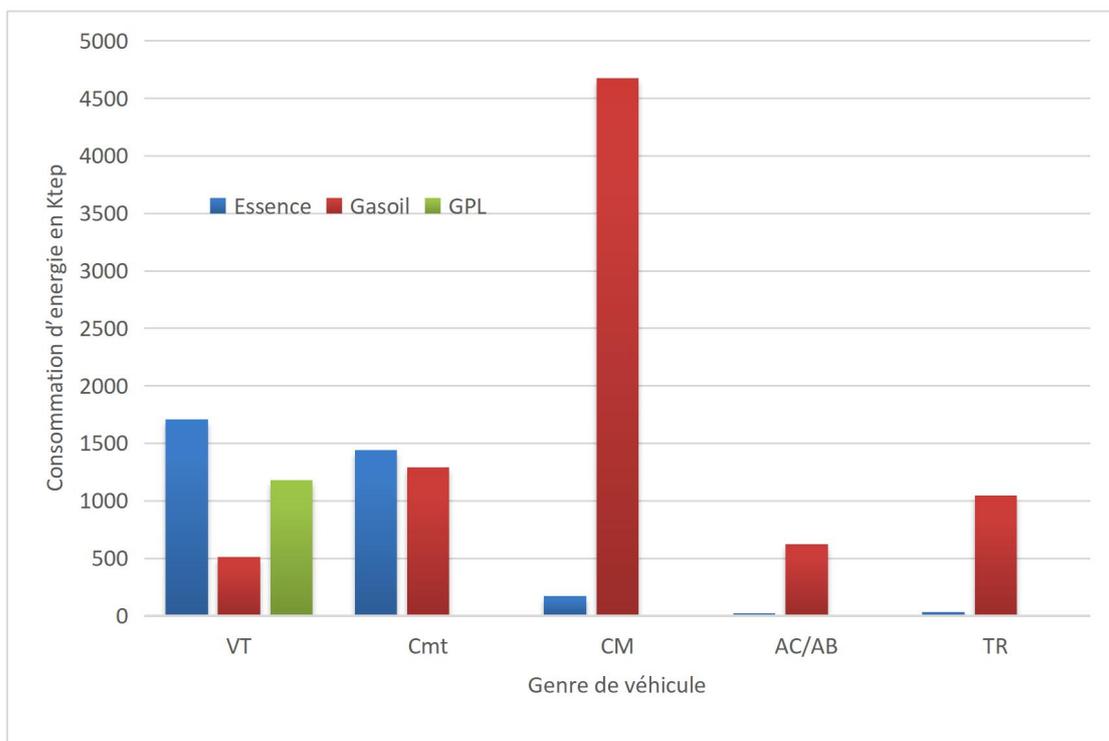


Figure 12 : Consommation d'énergie par genre de véhicule en 2020

### IV.1.2 Répartition de la consommation d'énergie des véhicules essence, gasoil et GPL par tranche d'âge

Les trois graphiques ci-dessous représentent la répartition de la consommation d'énergie des véhicules à essence, gasoil et GPL par tranche d'âge.

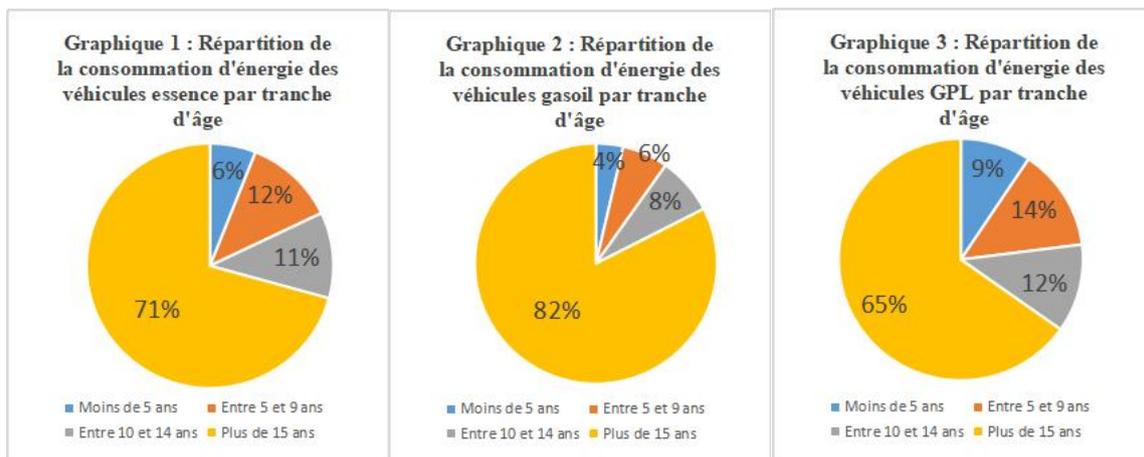


Figure 13 : Répartition de la consommation d'énergie des véhicules essence, gasoil et GPL par tranche d'âge

Nous remarquons en comparant les trois graphiques, un vieillissement du parc automobile car la majorité des véhicules dépasse 15 ans à compter de leur première mise en circulation. Pour les véhicules essence on trouve que 71% ont plus de 15 ans, de même pour les véhicules gasoil qui sont légèrement plus âgés que les véhicules essence et présentent une part de 82%. Les véhicules GPL aussi affichent un certain vieillissement, néanmoins ils restent moins âgés comparativement aux véhicules fonctionnant aux autres types de carburants.

Nous considérons alors que le vieillissement du parc automobile est parmi les facteurs qui influencent fortement la consommation de combustibles fossiles.

### IV.1.3 Répartition des émissions de GES en 2020

Les données du tableau ci-dessous (Tableau 14) illustrent la répartition des émissions des différents gaz à effet de serre provenant du transport routier en 2020.

Tableau 14 : Répartition des émissions de GES en 2020 (en %)

| GES/Type de carburant | Essence  | Gasoil   | GPL      |
|-----------------------|----------|----------|----------|
| CO <sub>2</sub>       | 99,9478% | 99,9895% | 99,9015% |
| CH <sub>4</sub>       | 0,0476%  | 0,0053%  | 0,0982%  |
| N <sub>2</sub> O      | 0,0046%  | 0,0053%  | 0,0003%  |

D'après ces données, nous constatons que la grande majorité des émissions du transport routier sont sous forme de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). En effet, ce gaz représente plus de 99% des émissions totales de gaz à effet de serre, tandis que le méthane et l'oxyde nitreux représentent une petite partie des émissions de GES (moins de 1% en moyenne).

## IV.2 : Les prévisions à l'horizon 2030

Dans le cadre de notre étude, il est important d'avoir une vision claire sur l'évolution future de la consommation d'énergie en transport routier, et les émissions de gaz à effet de serre. C'est pour cette raison que nous allons effectuer des prévisions sur l'évolution du parc national automobile, des prévisions sur la consommation future des carburants et les émissions futures de GES. Ces prévisions vont nous fournir des informations importantes pour la planification énergétique et environnemental, cela va permettre aux décideurs et aux parties prenantes d'ajuster leurs politiques d'efficacité énergétique et réagir contre les effets néfastes du réchauffement climatique.

Les prévisions que nous allons effectuer suivent un scénario tendanciel (au fil de l'eau) ou le future est miroir du passé reflétant ainsi l'absence d'amélioration ou de changement de grande ampleur, autrement dit le parc automobile continue à évoluer tel qu'observé dans les données historiques et on continue à consommer de la même façon que ce qui a été constaté dans le passé.

### IV.2.1 L'évolution du parc automobile

Dans le graphique ci-dessous qui représente l'évolution du parc automobile de 2012 jusqu'à 2030 selon la source d'énergie (type de carburant), on remarque que l'évolution est quasi linéaire, et le parc automobile a tendance à augmenter de manière continue.

La croissance continue du parc automobile est due principalement à la croissance socio-économique qui est modélisé par l'accélération de l'urbanisation dans les grandes villes avec la création de zones d'activités et les zones industrielles.

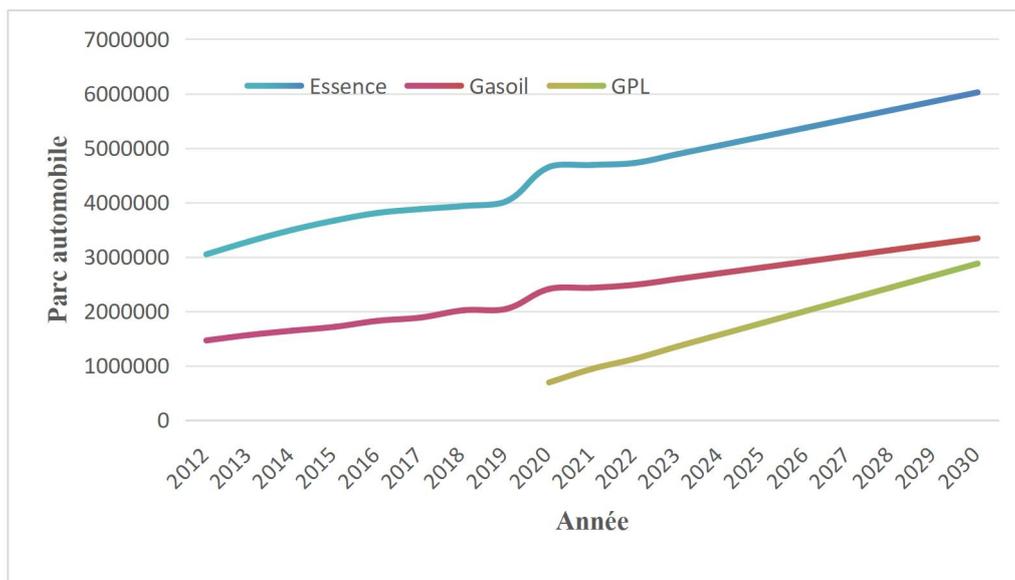


Figure 14 : Evolution du parc automobile à l'horizon 2030, par source d'énergie

### IV.2.2 Répartition du parc automobile par sources d'énergie

D'après le graphique présenté ci-dessous, nous constatons que la part de la source d'énergie essence de 2020 jusqu'à 2030 est la plus importante, soit 54% en moyenne, suivit par le gasoil qui est de 29% en moyenne ce qui représente environ le tiers du parc national automobile.

Les véhicules qui utilisent le GPL représentait 9% du parc national automobile en 2020, et continue d'augmenter jusqu'à atteindre 24% en 2030.

La croissance fulgurante de l'utilisation du GPL en Algérie, enregistrée à partir de l'année 2015, est plutôt corrélée à l'augmentation graduelle du prix à la pompe, opérée progressivement à travers les lois de finances de 2016, 2017, 2018 et 2020, plutôt qu'à la subvention accordée pour la fourniture et l'installation des kits GPL. (CEREFÉ, 2024)



Figure 15 : Prévion et répartition du parc automobile par source d'énergie

### IV.2.3 Prévion de la consommation d'énergie

La consommation totale d'énergie sur la période allant de 2020 à 2030, présentée dans le Tableau 15 a augmenté avec un taux de croissance annuel moyen (TCAM) de 4%. Elle est répartie par type de carburant comme suit : la consommation de l'essence est passée de 3 382 Ktep en 2020 à 4 207 Ktep en 2030 avec un taux de croissance de 2%, de même pour la consommation du gasoil qui était 8 149 Ktep en 2020 avant de passer à 9 607 Ktep en 2030 avec un taux de croissance de 2% comme l'essence. Quant à la consommation du GPL est passée de 1182 Ktep en 2020 à 4688 Ktep en 2030.

Tableau 15 : Prévion de la consommation d'énergie en Ktep de 2020 à 2030

| Carburant      | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   | 2028   | 2029   | 2030   |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Essence</b> | 3382   | 3250   | 3259   | 3372   | 3478   | 3585   | 3692   | 3816   | 3945   | 4075   | 4207   |
| <b>Gasoil</b>  | 8149   | 7798   | 7872   | 8073   | 8273   | 8474   | 8681   | 8906   | 9136   | 9369   | 9607   |
| <b>GPL</b>     | 1182   | 1536   | 1839   | 2211   | 2565   | 2919   | 3273   | 3627   | 3981   | 4334   | 4688   |
| <b>Total</b>   | 12 713 | 12 585 | 12 970 | 13 655 | 14 317 | 14 978 | 15 646 | 16 349 | 17 062 | 17 779 | 18 502 |

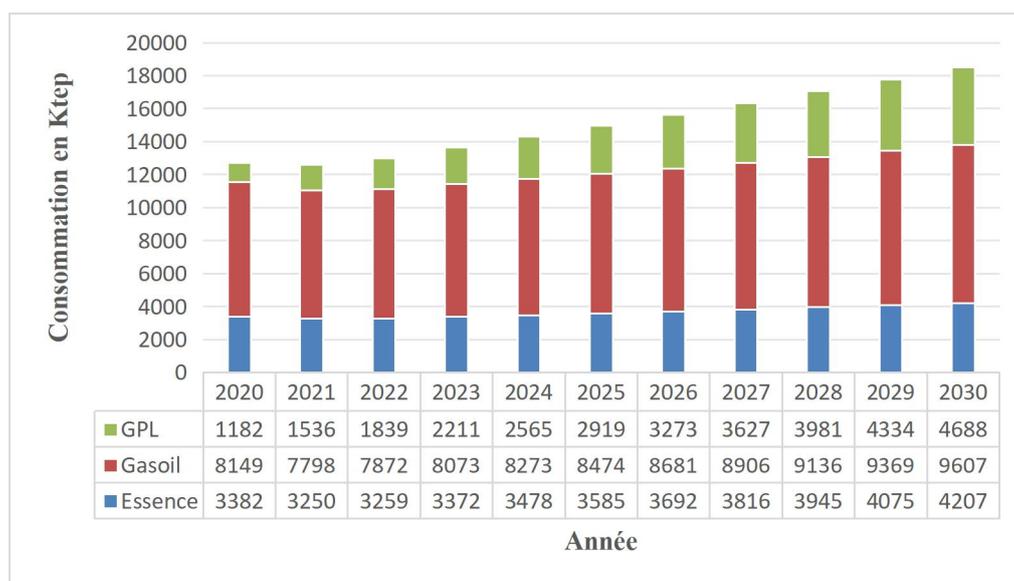


Figure 16 : Prédiction de la consommation d'énergie par type de carburant

Le GPL connaît une croissance moyenne nettement plus importante par rapport aux deux autres carburants (essence et gasoil). Alors que l'essence et le gasoil augmente avec un taux de croissance annuel moyen de 2%, le GPL augmente avec un taux moyen de 15% ce qui signifie une croissance 7,5 fois plus importante.

D'après un rapport de CEREFÉ, une augmentation de la demande sur le GPL est observée depuis l'année 2016, passant de 290 Ktep en 2015 à plus de 1 800 Ktep en 2022. Cela s'est accompagné d'une baisse significative de la consommation de l'essence, passant de 4,4 millions tonnes en 2015 à 3,3 millions tonnes en 2022, soit des économies d'essence d'un peu plus d'un million de tonnes. (CEREFÉ, 2024)

## IV.2.4 Prédiction des émissions de GES

### IV.2.4.1 Prédiction des émissions de CO<sub>2</sub> à l'horizon 2030

Les prévisions des émissions du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) figurent dans le Tableau et le Graphique ci-dessous, les trois courbes du graphique représentent les émissions de CO<sub>2</sub> pour l'essence, le gasoil et le GPL :

Tableau 16 : Prédiction des émissions de CO<sub>2</sub> en tonne à l'horizon 2030

| Carburant    | 2020              | 2021              | 2022              | 2023              | 2024              | 2025              |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Essence      | 9 811 727         | 9 430 797         | 9 455 713         | 9 782 709         | 10 091 859        | 10 401 375        |
| Gasoil       | 25 281 293        | 24 192 542        | 24 422 632        | 25 045 335        | 25 667 828        | 26 291 039        |
| GPL          | 3 122 808         | 4 058 528         | 4 859 445         | 5 840 575         | 6 776 316         | 7 711 787         |
| <b>Total</b> | <b>38 215 828</b> | <b>37 681 867</b> | <b>38 737 790</b> | <b>40 668 619</b> | <b>42 536 003</b> | <b>44 404 201</b> |
| Carburant    | 2026              | 2027              | 2028              | 2029              | 2030              |                   |
| Essence      | 10 712 196        | 11 071 955        | 11 446 670        | 11 824 235        | 12 205 480        |                   |
| Gasoil       | 26 932 342        | 27 629 211        | 28 344 995        | 29 066 164        | 29 806 300        |                   |
| GPL          | 8 646 987         | 9 581 916         | 10 516 574        | 11 450 961        | 12 385 078        |                   |
| <b>Total</b> | <b>46 291 525</b> | <b>48 283 082</b> | <b>50 308 239</b> | <b>52 341 360</b> | <b>54 396 858</b> |                   |

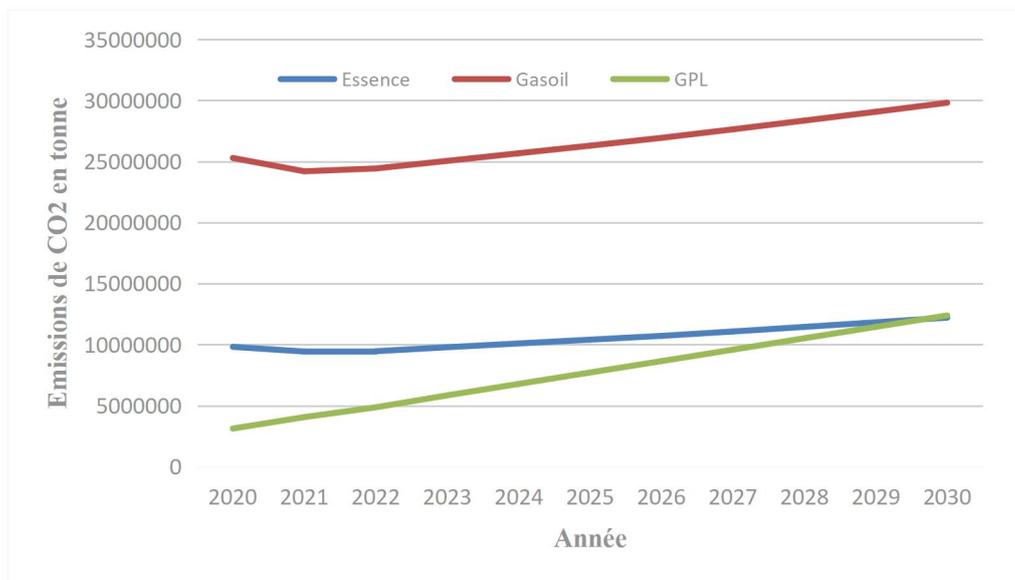


Figure 17 : Prédiction des émissions de CO<sub>2</sub> par type de carburant

Les émissions de CO<sub>2</sub> pour les trois types de carburant ont tendance à la hausse. Les véhicules gasoil sont les véhicules les plus émetteurs de CO<sub>2</sub>, car ils consomment plus d'énergie. Selon les projections, leurs émissions étaient environ 25,3 millions de tonnes en 2020 et atteindront plus de 26 millions de tonnes en 2030. Cela représente une augmentation de près de 2% en seulement dix ans.

Les émissions des véhicules essence passent de plus de 9,81 millions de tonnes en 2020 à environ 12,2 millions de tonnes en 2030.

Les émissions des véhicules fonctionnant au GPL augmentent également, mais elles restent

inférieures à celles des autres carburants. Les émissions de CO<sub>2</sub> d'un véhicule GPL sont inférieures de 68 % à celles d'un véhicule essence et de 88 % à celles d'un véhicule gasoil en 2020. Ces émissions convergeront avec les émissions d'essence avec la fin des années 2029-2030.

#### **IV.2.4.2 Prévisions des émissions de CH<sub>4</sub> à l'horizon 2030**

Le Tableau 17 et le Graphique correspondant ci-dessous illustrent les prévisions des émissions de CH<sub>4</sub> à l'horizon 2030.

Nous remarquons que le CH<sub>4</sub> émis par les véhicules essence et gasoil reste stable pendant la période allant de 2020 à 2030, contrairement aux émissions des véhicules GPL qui ont tendance à augmenter d'ici 2030. Les émissions de CH<sub>4</sub> émis par les véhicules GPL sont plus importantes, compte tenu du fait que le GPL est issu du gaz naturel, gaz fossile constitué principalement de méthane (CH<sub>4</sub>)

Tableau 17 : Prévision des émissions de CH<sub>4</sub> en tonne à l'horizon 2030

| <b>Carburant</b> | <b>2020</b> | <b>2021</b> | <b>2022</b> | <b>2023</b> | <b>2024</b> | <b>2025</b> |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Essence          | 4672        | 4491        | 4503        | 4658        | 4806        | 4953        |
| Gasoil           | 1331        | 1273        | 1285        | 1318        | 1351        | 1384        |
| GPL              | 3068        | 3988        | 4775        | 5739        | 6658        | 7577        |
| Total            | 9071        | 9752        | 10563       | 11715       | 12815       | 13914       |
| <b>Carburant</b> | <b>2026</b> | <b>2027</b> | <b>2028</b> | <b>2029</b> | <b>2030</b> |             |
| Essence          | 5101        | 5272        | 5451        | 5631        | 5812        |             |
| Gasoil           | 1417        | 1454        | 1492        | 1530        | 1569        |             |
| GPL              | 8496        | 9415        | 10333       | 11251       | 12169       |             |
| Total            | 15015       | 16141       | 17276       | 18412       | 19550       |             |

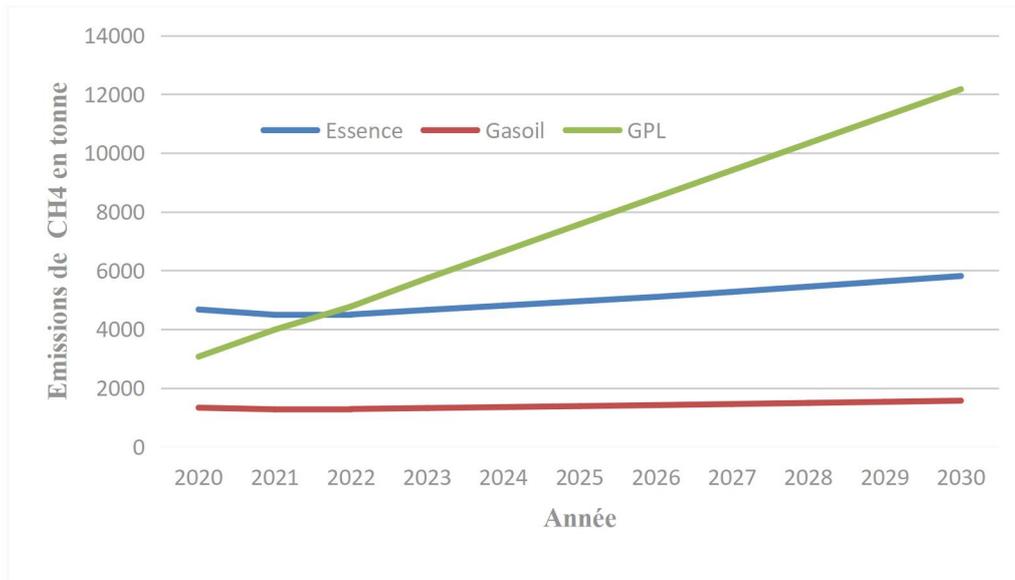


Figure 18 : Prévion des émissions de CH<sub>4</sub> par type de carburant

#### IV.2.4.3 Prévion des émissions de N<sub>2</sub>O à l'horizon 2030

À partir du Tableau 18 et le Graphique correspondant ci-dessous, nous avons constaté que les véhicules gasoil et essence s'avèrent bien plus émetteurs de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) par rapport aux véhicules GPL.

Tableau 18 : Prévion des émissions de N<sub>2</sub>O en tonne à l'horizon 2030

| Carburant    | 2020        | 2021        | 2022        | 2023        | 2024        | 2025        |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Essence      | 453         | 435         | 437         | 452         | 466         | 480         |
| Gasoil       | 1331        | 1273        | 1285        | 1318        | 1351        | 1384        |
| GPL          | 10          | 13          | 15          | 19          | 21          | 24          |
| <b>Total</b> | <b>1794</b> | <b>1722</b> | <b>1737</b> | <b>1788</b> | <b>1838</b> | <b>1888</b> |
| Carburant    | 2026        | 2027        | 2028        | 2029        | 2030        |             |
| Essence      | 495         | 511         | 529         | 546         | 564         |             |
| Gasoil       | 1417        | 1454        | 1492        | 1530        | 1569        |             |
| GPL          | 27          | 30          | 33          | 36          | 39          |             |
| <b>Total</b> | <b>1940</b> | <b>1996</b> | <b>2054</b> | <b>2112</b> | <b>2172</b> |             |

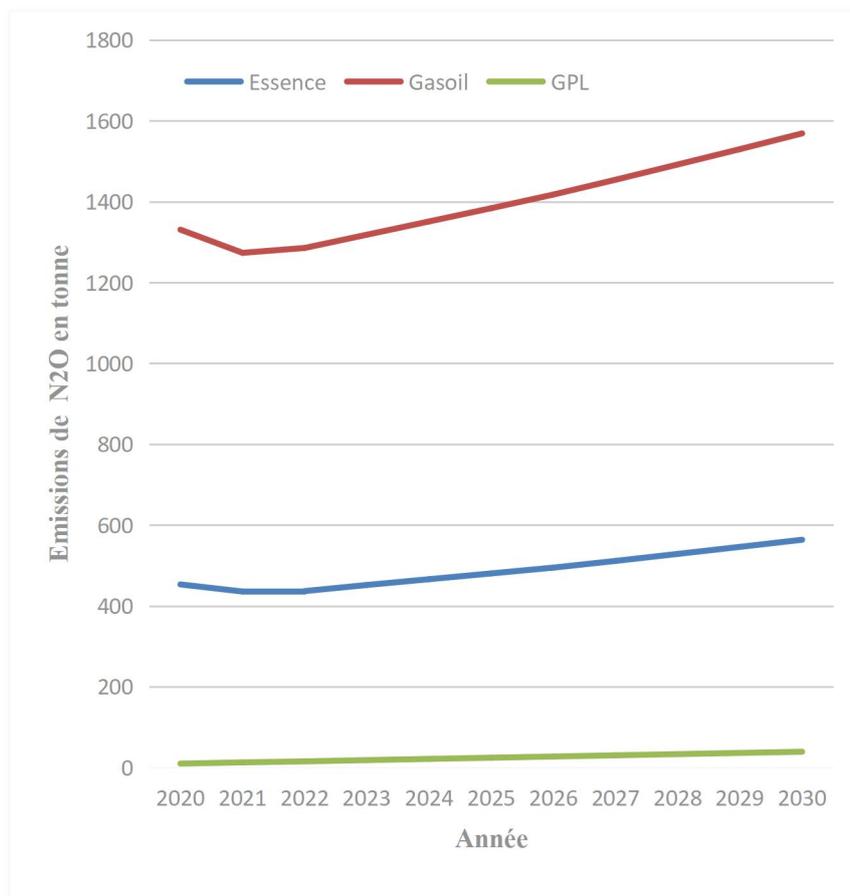


Figure 19 : Préviation des émissions de N<sub>2</sub>O par type de carburant

**Chapitre V :**  
**Recommandation pour l'atténuation des**  
**émissions de GES**

## V Recommandations pour l'atténuation des émissions de GES

### V.1 Recommandations pour le secteur du transport

Les principales recommandations pour le secteur du transport sont les suivantes :

- Le développement du transport en commun ( autobus/ autocar, tramway, métro et train) en prenant des mesures incitatives telles que le renforcement en matière de disponibilité permanente et d'adaptation aux besoins des usagers : horaires tardifs, accessibilité aux personnes à mobilité réduite, sécurité, et autres
- Création de nouvelles lignes de transport en commun (tramway, métro) ou extension des lignes existantes.
- Limiter la circulation automobile en interdisant aux véhicules de circuler un jour par semaine, choisi sur la base du numéro d'immatriculation par exemple, toute en assurant la gratuité des transports publics.
- Appliquer des politiques de réduction de vitesse en milieu urbain à 30 km/h, et à 70 km/h sur les portions d'autoroutes et de voies rapides normalement limitées à 100 km/h. En effet, de nombreuses études ont démontré que les émissions de GES sont minimales à des vitesses moyennes (70 km/h), et augmentent à des vitesses très basses (10-20 km/h), ou à des vitesses très élevées (100-110 km/h). (Martin et al, 2021).
- Utiliser des applications de gestion du stationnement pour coordonner efficacement les places de parking et réduire le temps passé à les chercher. Ce qui permet de réduire le temps de circulation des véhicules, en réduisant ainsi la consommation de carburant et par voie de conséquence les émissions de GES.
- Intégrer dans le programme de formation à la conduite un cours sur l'éco-conduite (la conduite écologique), portant sur l'efficacité énergétique en lien avec la consommation de carburant. De cette manière, les apprenants du code de la route sauront qu'en adoptant certaines pratiques de conduite comme le maintien d'une vitesse moyenne et constante et éviter les accélérations brusques et les freinages excessifs, ils peuvent réduire leur consommation de carburant.
- Optimiser la logistique du transport de marchandises et des personnes par l'intermodalité. Par exemple, la marchandise qui arrive au port sera transportée par le train jusqu'à un terminal de transport intermodale, ensuite elle sera transportée par des camions, dans le but de désencombrer le réseau routier des camions et aussi

économiser la consommation de carburant.

- Développer une plateforme numérique de transport de marchandises pour les entreprises. Cette plateforme vise à minimiser les trajets inutiles et les camions circulant à vide, ce qui entraîne une consommation élevée de carburant. En centralisant et en optimisant les chargements, cette solution permettra aux entreprises de bénéficier d'une logistique plus efficace en réduisant ces coûts tout en contribuant à la préservation de l'environnement.
- Imposer des taxes sur les véhicules les plus polluants, tel que les véhicules âgés, les véhicules qui ne répond pas aux normes environnementales ou les véhicules essence et gasoil.
- Augmenter la part du marché GPL dans le parc automobile dans le but de réduire la tension sur la consommation des autres produits pétroliers polluants.
- La substitution des carburants liquides (essence et gasoil) par les biocarburants<sup>5</sup>comme le bioéthanol ou le biodiesel.
- Promouvoir l'utilisation de véhicules à faible consommation, tels que les véhicules électriques et hybrides.
- On peut recommander aux entreprises qui ne dispose pas de transport de personnel d'octroyer des primes aux employés qui utilisent leur voiture individuel pour transporter leurs collègues au travail. Cette initiative vise à encourager le covoiturage et à récompenser les efforts des employés qui contribuent à réduire l'empreinte carbone de l'entreprise et aussi promouvoir une culture d'entreprise responsable

Enfin, Il est clair que la sensibilisation des citoyens aux effets néfastes de la pollution atmosphérique due au transport est indispensable pour encourager le changement de comportement individuel.

### V.2 Recommandations pour les autres secteurs

Bien que le secteur de transport est un contributeur majeur aux émissions de gaz à effet de serre, il est important de ne pas se limiter à réduire ses émissions seulement, mais plutôt réagir sur les autres secteurs d'activités afin de faire face au défi du réchauffement climatique.

---

<sup>5</sup>Biocarburants appelés encore biomasse, sont les carburants produits à partir de matières végétales ou animales non fossiles

### **V.2.1 Le secteur de l'énergie**

Les principales recommandations pour le secteur de l'énergie sont les suivantes :

- La transition vers les énergies renouvelables tel que l'énergie solaire, hydraulique, houlomotrice<sup>6</sup>, éolienne et les énergies nucléaires.
- Le déploiement des technologies émergentes pour les solutions énergétiques durables tel que les piles à combustible à hydrogène qui implique l'utilisation d'hydrogène pour produire de l'électricité.

### **V.2.2 Le secteur de bâtiment**

Les principales recommandations pour le secteur du bâtiment sont les suivantes :

- Construction de nouveaux bâtiments à haute efficacité énergétique et utiliser des matériaux recyclés dans la construction
- Promouvoir et mettre en œuvre des rénovations à haute performance pour les organisations publiques et privées. (UNEP, 2024)
- Utiliser l'éclairage à basse consommation comme les ampoules LED équipées de détecteur de mouvement dans les parties communes, et de détecteur de luminosité pour adapter l'éclairage.
- Choisir des appareils économes par des règles d'achat adaptées et orientées vers la performance.

### **V.2.3 Le secteur de l'industrie**

Les principales recommandations pour le secteur de l'industrie sont les suivantes :

- Accompagner les industriels par des programmes liés aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique
- Encourager les entreprises industrielles qui investissent dans les énergies renouvelable et améliorent leurs efficacité énergétique dans le but de réduire leurs empreinte carbone.

---

<sup>6</sup> une forme d'énergie renouvelable obtenue à partir des mouvements des vagues de la mer ou de l'océan.

### **V.2.4 Le secteur de l'agriculture**

Les principales recommandations pour le secteur de l'agriculture sont les suivantes :

- Mettre en place des politiques et des pratiques de gestion forestière durable, telles que la protection des forêts, et la promotion de la gestion intégrée des forêts et des paysages.
- Développement de technologies (pratiques agricoles, semences ou variétés culturales adaptées au contexte de climat modifié, biotechnologie agricole, techniques d'irrigation et d'économie de l'eau, appropriation des dispositifs de mise en œuvre des systèmes d'alerte rapide en situation de crises). (CPDN Bénin, 2015)
- Formation des acteurs (techniciens, paysans, autorités locales) par le truchement de la conception de projets de développement orientés sur les relations climat – agriculture. (CPDN Bénin, 2015)
- Suivi et évaluation des projets de développement agricoles et hydro-agricoles. (CPDN Bénin, 2015)

### **V.2.5 Le secteur des déchets**

Les principales recommandations pour le secteur des déchets sont les suivantes :

- Le recyclage permet de conserver les matières premières et d'éviter les émissions liées à l'extraction et à la transformation. Des progrès sont encore nécessaires, notamment en améliorant la collecte et le traitement des déchets organiques qui émettent du méthane en décharge. (EPA, 2023)
- La valorisation énergétique des déchets par l'incinération ce qui va jouer un rôle sensible dans l'approvisionnement énergétique du pays. (Keller, 2009)
- Promouvoir le traitement à domicile des déchets organiques (les déchets de jardin et les déchets alimentaires). Ces déchets peuvent être traités à domicile au lieu de contribuer à la gestion des déchets solides par les autorités locales. Le type de technologie et la quantité de déchets pouvant être traités dépendent d'un certain nombre de considérations, notamment de l'espace disponible. Le compostage domestique peut aller du lombricompostage (vermicompostage) dans une petite poubelle dans la cuisine au compostage en gros tas dans le jardin (GIZ, 2022).

### **V.3 Conclusion**

Concrètement, la mise en place d'une action urgente et ambitieuse destinée à réduire les émissions de gaz à effet de serre nécessite des changements physiques, comportementaux et organisationnels de la part de l'ensemble des agents.

Dans le cadre de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, il est crucial de sélectionner et d'appliquer les mesures qui semblent plus porteuses et à haut potentiel de réduction en tenant compte de leur faisabilité technico-économique.

Bien que la stratégie d'atténuation montre son efficacité en terme de réduction de GES, il est important de mettre plus d'efforts dans l'autre stratégie d'adaptation qui agisse sur l'ampleur des effets néfastes du réchauffement climatique car l'évolution de l'état de notre climat est trop rapide et le coût d'adaptation à ce réchauffement devient de plus en plus élevé.

### Conclusion générale

Dans ce mémoire, la problématique qui a été posée est : Quel est l'impact du transport routier sur la consommation de l'énergie et les émissions de gaz à effet de serre en Algérie ?

Nous avons donc opté pour la mise en œuvre de deux méthodes différentes pour estimer les émissions de GES : une méthode descendante et une méthode ascendante.

La méthode ascendante a apporté des résultats qui se rapprochent fortement de la méthode descendante ; ce qui suggère la fiabilité de la méthode ascendante pour l'établissement des projections futures.

La projection future de la consommation d'énergie et des émissions de GES montre que la consommation de carburant est en croissance continue, de même pour les émissions de GES qui suivent la même tendance.

Dès lors, Nous avons conclu que le transport routier en Algérie est le sous-secteur du transport le plus énergivore ; ce qui en fait le sous-secteur le plus polluant en Algérie. Cette pollution résulte du processus de combustion des énergies fossiles ; à savoir l'essence, le gasoil et le GPL.

L'étude a révélé donc que les émissions provenant du transport routier dépendent de la composition et des caractéristiques du parc des véhicules comme le type de carburant utilisé, l'âge des véhicules, la consommation au litre/100 Km, la distance parcourue...etc.

De ce fait, une mise en œuvre de différents instruments réglementaires, économiques, technologiques, de planification et d'information dans le but d'agir sur l'atténuation des émissions de GES, est primordial pour réduire les effets néfastes du réchauffement climatique.

A l'issue de ce travail de recherche, il nous paraît judicieux, pour les recherches futures de concevoir un deuxième scénario volontariste où il y a lieu d'appliquer des mesures d'atténuation différentes telles que la conversion de plus de véhicules au GPL, l'orientation vers les véhicules hybrides ou électriques ou la substitution les carburants liquides (essence et gasoil) par les biocarburants comme le bioéthanol ou le biodiesel.

---

---

**Annexes****Annexe 01: Les pourcentages approximatifs de différents types de véhicules en circulation (le parc roulant)**

| <b>Genre de véhicule</b> | <b>Pourcentage du parc roulant</b> |
|--------------------------|------------------------------------|
| Véhicule de tourisme     | 90%                                |
| Camionnette              | 95%                                |
| Camion                   | 95%                                |
| Autobus/Autocar          | 98%                                |
| Tracteur Routier         | 98%                                |

## Annexe 02: Taux de conversion

| Produits énergétiques                    | Unité de base (Spécifique) | Tonne équivalent pétrole (Tep) |
|--|----------------------------|--------------------------------|
| Houille et charbon<br>Coke               | Tec                        | 0,70                           |
| Bois                                     | m <sup>3</sup> bois        | 0,20                           |
| Pétrole brut                             |                            | 1,103                          |
| Condensat                                |                            | 1,132                          |
| Produits raffinés <sup>16</sup> , dont : | Tonne                      | 1,05                           |
| - Essences                               |                            | 1,069                          |
| - Gasoil                                 |                            | 1,036                          |
| - fuel oil                               |                            | 1,007                          |
| - Jet fuel                               |                            | 1,049                          |
| - Naphta                                 | 1,100                      |                                |
| Gaz naturel                              | 1 000 m <sup>3</sup>       | 0,945                          |
| GNL                                      | 1 m <sup>3</sup> GNL       | 0,586                          |
| GPL                                      | Tonne                      | 1,18                           |
| Electricité <sup>17</sup>                | GWh                        | 231,1                          |

<sup>16</sup>- En moyenne;

<sup>17</sup>- Calculé sur la base d'un coefficient à la production

## Annexe 03 : Evolution de l'age des véhicules

|    | A                                | B     | C     | D     | E     | F     | G     | H     | I     | J     | K     | L     | M     | N     | O     | P     | Q     | R     | S     | T     |
|----|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | Evolution de l'age des véhicules |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2  | VT                               | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  |
| 3  | Moins de 5 ans                   | 22,93 | 24,65 | 25,55 | 26,51 | 27,2  | 30,43 | 22,15 | 19,83 | 12,31 | 18,52 | 17,52 | 16,53 | 15,53 | 14,53 | 13,54 | 12,54 | 11,54 | 10,55 | 9,55  |
| 4  | Entre 5 et 9 ans                 | 18,86 | 10,65 | 18,74 | 17,2  | 16,97 | 19,09 | 19,41 | 21,97 | 16,29 | 19,93 | 20,38 | 20,83 | 21,27 | 21,72 | 22,17 | 22,62 | 23,07 | 23,52 | 23,97 |
| 5  | Entre 10 et 14 ans               | 5,09  | 6,15  | 7,53  | 10,14 | 12,68 | 11,16 | 14,82 | 16,4  | 12,82 | 17,19 | 18,48 | 19,77 | 21,06 | 22,34 | 23,63 | 24,92 | 26,21 | 27,50 | 28,78 |
| 6  | Plus de 15 ans                   | 53,12 | 58,55 | 48,18 | 46,15 | 43,15 | 39,33 | 43,63 | 41,8  | 58,58 | 44,36 | 43,62 | 42,88 | 42,14 | 41,40 | 40,67 | 39,93 | 39,19 | 38,45 | 37,71 |
| 7  |                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 8  | Cmt                              | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  |
| 9  | Moins de 5 ans                   | 19,63 | 22,76 | 24,21 | 25,58 | 22,28 | 24,58 | 13,74 | 14,43 | 3,48  | 9,67  | 7,81  | 5,95  | 4,09  | 2,24  | 0,38  | -1,48 | -3,34 | -5,20 | -7,06 |
| 10 | Entre 5 et 9 ans                 | 15,24 | 15,48 | 15,99 | 14,13 | 14,86 | 16,92 | 19,32 | 26,15 | 13,46 | 19,70 | 20,27 | 20,85 | 21,42 | 21,99 | 22,56 | 23,13 | 23,71 | 24,28 | 24,85 |
| 11 | Entre 10 et 14 ans               | 2,09  | 2,76  | 3,78  | 6,85  | 9,52  | 7,67  | 13,14 | 18,85 | 12,94 | 17,89 | 19,74 | 21,60 | 23,45 | 25,30 | 27,16 | 29,01 | 30,86 | 32,72 | 34,57 |
| 12 | Plus de 15 ans                   | 63,03 | 59    | 56,02 | 53,44 | 53,33 | 50,83 | 53,79 | 40,58 | 70,11 | 52,74 | 52,17 | 51,6  | 51,04 | 50,47 | 49,9  | 49,33 | 48,77 | 48,2  | 47,63 |
| 13 |                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 14 | Cn                               | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  |
| 15 | Moins de 5 ans                   | 9,74  | 9,49  | 8,6   | 8,46  | 7,47  | 7,79  | 6,3   | 17,4  | 4,4   | 8,61  | 8,56  | 8,51  | 8,46  | 8,41  | 8,37  | 8,32  | 8,27  | 8,22  | 8,17  |
| 16 | Entre 5 et 9 ans                 | 11,26 | 11,91 | 12,94 | 11,53 | 10,5  | 10,85 | 8,72  | 20,39 | 4,94  | 10,70 | 10,55 | 10,40 | 10,25 | 10,10 | 9,96  | 9,81  | 9,66  | 9,51  | 9,36  |
| 17 | Entre 10 et 14 ans               | 2,4   | 3,16  | 4,15  | 6,42  | 8,2   | 7,25  | 10,95 | 24,44 | 6,57  | 16,08 | 17,67 | 19,25 | 20,83 | 22,41 | 24,00 | 25,58 | 27,16 | 28,74 | 30,33 |
| 18 | Plus de 15 ans                   | 76,61 | 75,45 | 74,31 | 73,59 | 73,83 | 74,11 | 74,02 | 37,79 | 84,09 | 64,61 | 63,22 | 61,84 | 60,45 | 59,07 | 57,68 | 56,29 | 54,91 | 53,52 | 52,14 |
| 19 |                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 20 | AB/AC                            | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  |
| 21 | Moins de 5 ans                   | 15,8  | 16,1  | 14,96 | 13,33 | 11,15 | 8,63  | 6,84  | 13,59 | 3,56  | 5,099 | 3,808 | 2,518 | 1,227 | -0,06 | -1,35 | -2,64 | -3,93 | -5,23 | -6,52 |
| 22 | Entre 5 et 9 ans                 | 23,71 | 23,1  | 21,08 | 18,64 | 16,26 | 18,41 | 14,68 | 28,37 | 7,01  | 11,53 | 10,16 | 8,793 | 7,426 | 6,059 | 4,692 | 3,325 | 1,958 | 0,591 | -0,78 |
| 23 | Entre 10 et 14 ans               | 20,86 | 19,2  | 15,25 | 16,92 | 19,13 | 20,15 | 21,07 | 28,06 | 10,49 | 19,01 | 19,01 | 19,01 | 19,01 | 19,01 | 19,01 | 19,01 | 19,01 | 19,01 | 19,01 |
| 24 | Plus de 15 ans                   | 39,63 | 41,6  | 48,71 | 51,1  | 53,46 | 52,81 | 57,41 | 35,97 | 78,33 | 64,35 | 67,01 | 69,67 | 72,32 | 74,98 | 77,64 | 80,3  | 82,95 | 85,61 | 88,27 |
| 25 |                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 26 | TR                               | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  |
| 27 | Moins de 5 ans                   | 17,66 | 16,65 | 15,1  | 13,2  | 13,9  | 19,52 | 13,3  | 18,88 | 6,74  | 12,14 | 11,57 | 11    | 10,43 | 9,854 | 9,283 | 8,712 | 8,14  | 7,569 | 6,998 |
| 28 | Entre 5 et 9 ans                 | 13,91 | 15,61 | 17,68 | 16,83 | 15,71 | 12,76 | 14,03 | 20,02 | 8,7   | 13,45 | 13,13 | 12,81 | 12,5  | 12,18 | 11,86 | 11,55 | 11,23 | 10,92 | 10,6  |
| 29 | Entre 10 et 14 ans               | 2,33  | 3,17  | 4,47  | 6,08  | 9,2   | 8,04  | 12,94 | 22,2  | 10,28 | 17,73 | 19,52 | 21,32 | 23,12 | 24,91 | 26,71 | 28,51 | 30,3  | 32,1  | 33,9  |
| 30 | Plus de 15 ans                   | 66,1  | 64,56 | 62,74 | 63,89 | 61,19 | 59,68 | 59,73 | 38,91 | 74,28 | 56,69 | 55,79 | 54,88 | 53,97 | 53,06 | 52,15 | 51,25 | 50,34 | 49,43 | 48,52 |

## Annexe 04 : Les prévisions du parc national automobile

|    | A              | B       | C       | D       | E       | F       | G       | H       | I       | J       | K       | L       | M       | N       | O       | P       | Q       | R       | S       | T       | U |
|----|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|
| 1  | <b>Essence</b> | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    | 2023    | 2024    | 2025    | 2026    | 2027    | 2028    | 2029    | 2030    |   |
| 2  | VT             | 2460305 | 2637454 | 2810819 | 2949612 | 3100878 | 3165088 | 3229510 | 3299622 | 3830640 | 3868240 | 3905840 | 4047852 | 4189864 | 4331875 | 4473887 | 4615899 | 4757911 | 4899922 | 5041934 |   |
| 3  | Cmt            | 562010  | 622614  | 659825  | 694262  | 669763  | 674022  | 669851  | 683003  | 765064  | 768527  | 771989  | 786286  | 803291  | 820295  | 837300  | 854304  | 871309  | 888314  | 905318  |   |
| 4  | Cn             | 21379   | 20977   | 21439   | 21758   | 28308   | 29544   | 25090   | 29038   | 45587   | 42127   | 38666   | 41676   | 43796   | 45916   | 48036   | 50156   | 52276   | 54397   | 56517   |   |
| 5  | AB/AC          | 2137    | 1709    | 1755    | 1782    | 4750    | 4953    | 4865    | 4974    | 4686    | 4875    | 5063    | 6079    | 6463    | 6848    | 7232    | 7617    | 8002    | 8386    | 8771    |   |
| 6  | TR             | 1788    | 1430    | 1477    | 1629    | 4390    | 5182    | 4812    | 4848    | 5327    | 5236    | 5145    | 6385    | 6830    | 7274    | 7719    | 8164    | 8608    | 9053    | 9498    |   |
| 7  | Total          | 3047619 | 3284184 | 3495313 | 3669043 | 3808089 | 3878788 | 3934128 | 4021485 | 4651304 | 4689004 | 4726704 | 4888278 | 5050243 | 5212209 | 5374175 | 5536141 | 5698106 | 5860072 | 6022038 |   |
| 8  |                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |   |
| 9  |                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |   |
| 10 | <b>Gasoil</b>  | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    | 2023    | 2024    | 2025    | 2026    | 2027    | 2028    | 2029    | 2030    |   |
| 11 | VT             | 588692  | 632074  | 673621  | 706883  | 771831  | 819162  | 922361  | 945685  | 1142280 | 1159531 | 1194981 | 1260212 | 1325443 | 1390673 | 1455904 | 1521135 | 1586366 | 1651597 | 1716827 |   |
| 12 | Cmt            | 372547  | 419065  | 444111  | 467289  | 508982  | 516619  | 534701  | 536473  | 645973  | 653795  | 669664  | 698702  | 727740  | 756778  | 785816  | 814854  | 843892  | 872930  | 901968  |   |
| 13 | Cn             | 359823  | 365958  | 374006  | 379586  | 384953  | 387742  | 396599  | 395784  | 432768  | 431292  | 433305  | 441023  | 448742  | 456461  | 464180  | 471899  | 479618  | 487336  | 495055  |   |
| 14 | AB/AC          | 75226   | 77982   | 80086   | 81356   | 81450   | 81788   | 83103   | 83733   | 93140   | 92331   | 92482   | 94202   | 95923   | 97643   | 99364   | 101084  | 102805  | 104525  | 106246  |   |
| 15 | TR             | 68746   | 70398   | 72670   | 80161   | 78442   | 80322   | 82357   | 83394   | 96137   | 96063   | 97140   | 100098  | 103056  | 106015  | 108973  | 111931  | 114889  | 117848  | 120806  |   |
| 16 | Total          | 1465034 | 1565478 | 1644495 | 1715276 | 1825658 | 1885634 | 2019121 | 2045069 | 2410298 | 2433013 | 2487572 | 2594238 | 2700904 | 2807571 | 2914237 | 3020903 | 3127569 | 3234236 | 3340902 |   |
| 17 |                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |   |
| 18 | <b>GPL</b>     | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    | 2023    | 2024    | 2025    | 2026    | 2027    | 2028    | 2029    | 2030    |   |
| 19 | parc VT        | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | 693000  | 941864  | 1127896 | 1355816 | 1573264 | 1790712 | 2008160 | 2225608 | 2443056 | 2660504 | 2877952 |   |
| 20 |                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |   |

## Bibliographie

- 1- Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie (APRUE). Accueil. <https://www.aprue.org.dz/index.php/fr/presentation/creation>
- 2- Algérie. (3 septembre 2015). Contribution Prévue Déterminée au niveau National (CPDN).
- 3- Agence américaine de protection de l'environnement. (2023). *Meilleures pratiques de gestion des déchets solides : Guide destiné aux décideurs des pays en développement*. Gestion des déchets solides et changement climatique. Bureau de conservation et de récupération des ressources.
- 4- Beny, F., Canas, S., Chavanne, M., Deutsch, D., Persoz, L., & Tuel, A. (2023, mars). *Synthèse du sixième rapport de synthèse du GIEC*. The Shifters.
- 5- Commission européenne. (s.d.). Causes du changement climatique. European Commission. [https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change\\_fr](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_fr)
- 6- Diouck, A., Gaye, N., Ba, N., & Ndiaye, E. H. M. (Mars 2021). Étude diagnostique sur la mise en place de méthodologies carbone permettant de suivre les politiques dans le secteur du transport. Initiative for Climate Action Transparency - ICAT.
- 7-Geoffron, P. (2015). COP 21 : quelle stratégie de lutte contre le changement climatique dessine l'Accord de Paris ? *Vie & Sciences de l'Entreprise*, 2015(2), 10-25. <https://doi.org/10.3917/vse.200.0010>
- 8- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC). (1995). *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses* (R. T. Watson, M. C. Zinyowera, & R. H. Moss, Éd.). Contribution du Groupe de travail II au Deuxième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc\\_sar\\_wg\\_II\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_sar_wg_II_full_report.pdf)
- 9- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC). (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <https://www.ipcc.ch/report/2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>
- 10- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC). (2014). *Climate*

Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution du Groupe de travail III au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

11- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC). À propos de l'IPCC. <https://www.ipcc.ch/about/>

12- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC). (2023): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

13- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC). (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (T.F. Stocker, D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, & P.M. Midgley, Eds.). Cambridge University Press.

14- Keller, T. (2009). La valorisation énergétique des déchets par incinération. Majeure Finance,HEC.[https://www.vernimmen.be/ftp/La\\_valorisation\\_energetique\\_des\\_dechets\\_par\\_incineration.pdf](https://www.vernimmen.be/ftp/La_valorisation_energetique_des_dechets_par_incineration.pdf)

15- Locatelli, B. (2011). Les synergies entre adaptation et atténuation en quelques mots. COBAM Brief. Cifor. <https://books.google.dz/books?id=dfqj8Ldkwp4C>

16- Martinage, G. (10 janvier 2011). Bilan Carbone®: Réglementations et outils. Environnement - Sécurité | Environnement.

17- Ministère de l'Énergie et des Mines.(2020). Bilan énergétique 2020 [PDF].[https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/bilan\\_energetique\\_2020\\_63df787a78106.pdf](https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/bilan_energetique_2020_63df787a78106.pdf)

18- Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables. (2019). *Plan national climat*.

19- Ministère de l'Environnement chargé de la Gestion des Changements Climatiques, du Reboisement et de la Protection des Ressources Naturelles et Forestières du Bénin. (septembre 2015). Contributions Prévues Déterminées au niveau National (CPDN). [https://www.ctc-n.org/sites/www.ctc-n.org/files/indc\\_ben](https://www.ctc-n.org/sites/www.ctc-n.org/files/indc_ben)

20- Martin, R., et al. (2021). Emissions routières des polluants atmosphériques - courbes et facteurs d'influence. Cerema. Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la

mobilité et l'aménagement.

21- NASA Science. What is the greenhouse effect? . <https://science.nasa.gov/climate-change/faq/what-is-the-greenhouse-effect/>

22- Organisation météorologique mondiale. (2024). State of the global climate 2023 (OMM-No. 1347). Genève: Organisation météorologique mondiale.

<https://library.wmo.int/idurl/4/68835>

23- Revue Algérienne de l'Énergie. (2016). CLIMAT : La COP21, un tournant historique. *Revue Algérienne de l'Énergie, Janvier-Février*, ISSN 2437-0479.

24- United Nations Environment Programme, & Global Alliance for Buildings and Construction (2024). Global Status Report for Buildings and Construction - Beyond foundations: Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector.

<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/45095>.