# Résumé

# Tables des matières

[Résumé 1](#_Toc179468774)

[Tables des matières 2](#_Toc179468775)

[Listes des tableaux 4](#_Toc179468776)

[Listes des figures 5](#_Toc179468777)

[1 Introduction 6](#_Toc179468778)

[1.1 Contexte général du marché du Gazole Non Routier en France 6](#_Toc179468779)

[1.2 Énoncé de la problématique et objectifs de recherche 6](#_Toc179468780)

[1.3 Aperçu de l’approche méthodologique et de la structure du rapport 7](#_Toc179468781)

[2 Le marché du GNR en France : contexte et facteurs d’influence 9](#_Toc179468782)

[2.1 Évolution historique et réglementaire du GNR depuis 2011 9](#_Toc179468783)

[2.1.1 Contexte réglementaire européen et introduction du GNR 9](#_Toc179468784)

[2.1.2 Chronologie des évolutions réglementaires en France 9](#_Toc179468785)

[2.2 Importance économique et secteurs clés 10](#_Toc179468786)

[2.2.1 Part du GNR dans la consommation énergétique française 10](#_Toc179468787)

[2.2.2 Analyse sectorielle de l’utilisation du GNR 10](#_Toc179468788)

[2.2.3 Impact économique du GNR : études quantitatives 11](#_Toc179468789)

[2.3 Facteurs influençant les prix du GNR 11](#_Toc179468790)

[2.3.1 Facteurs macroéconomiques 11](#_Toc179468791)

[2.3.2 Facteurs géographiques et logistiques 12](#_Toc179468792)

[2.3.3 Facteurs démographiques et économiques régionaux 12](#_Toc179468793)

[2.3.4 Facteurs saisonniers et météorologiques 12](#_Toc179468794)

[3 Collecte et structuration des données 13](#_Toc179468795)

[3.1 Approche méthodologique de la collecte de données 13](#_Toc179468796)

[3.1.1 Revue des méthodes de collecte de données dans les études de marché énergétique 13](#_Toc179468797)

[3.1.2 Justification de l’apporche choisie 13](#_Toc179468798)

[3.1.3 Critères de sélection des sources de données 13](#_Toc179468799)

[3.2 Techniques de web scraping utilisées 14](#_Toc179468800)

[3.2.1 Revue des techniques de web scraping dans la recherche économique 14](#_Toc179468801)

[3.2.2 Architecture du système de scraping 14](#_Toc179468802)

[3.2.3 Défis et solutions dans le processus de scraping 14](#_Toc179468803)

[3.2.4 Gestion des défis techniques 14](#_Toc179468804)

[3.2.5 Considérations éthiques et légales du web scraping 15](#_Toc179468805)

[3.3 Sources des différentes variables 15](#_Toc179468806)

[3.3.1 Sources pour les données de prix du GNR 15](#_Toc179468807)

[3.3.2 Sources pour les facteurs macroéconomiques 15](#_Toc179468808)

[3.3.3 Sources pour les données géographiques et démographiques 15](#_Toc179468809)

[3.4 Couverture géographique des données collectées 15](#_Toc179468810)

[3.4.1 Présentation de la carte des codes postaux scrapés 15](#_Toc179468811)

[3.4.2 Analyse de la répartition géographique des données 15](#_Toc179468812)

[3.4.3 Discussion sur la représentativité de l'échantillon 15](#_Toc179468813)

[3.5 Fréquence et période de collecte des données 16](#_Toc179468814)

[3.6 Structuration de la base de données 16](#_Toc179468815)

[3.7 Organisation des données collectées 16](#_Toc179468816)

[3.8 Description finale de la base de données 16](#_Toc179468817)

[4 Méthodologie d’analyse 17](#_Toc179468818)

[5 Analyse des disparités régionales des prix du GNR 18](#_Toc179468819)

[5.1 Cartographie des prix à l'échelle nationale 18](#_Toc179468820)

[5.2 Identification des facteurs influents par région 18](#_Toc179468821)

[5.3 Patterns géographiques et clusters de prix 18](#_Toc179468822)

[5.4 Cas d'étude : focus sur des régions spécifiques 18](#_Toc179468823)

[Annexes 20](#_Toc179468824)

[Références bibliographiques 21](#_Toc179468825)

# Listes des tableaux

# Listes des figures

# 1 Introduction

## 1.1 Contexte général du marché du Gazole Non Routier en France

Le Gasoil Non Routier (GNR) occupe une place centrale dans le paysage énergétique français, jouant un rôle crucial dans des secteurs économiques clés tels que l'agriculture, la sylviculture et les travaux publics. Introduit en 2011 dans le cadre des efforts européens visant à réduire les émissions polluantes, le GNR est rapidement devenu un élément indispensable pour de nombreuses activités économiques (TotalEnergies, 2024).

La dynamique du marché du GNR en France est caractérisée par une complexité croissante, influencée par une multitude de facteurs allant des fluctuations du marché pétrolier mondial aux politiques énergétiques nationales et européennes. L'annulation récente, en janvier 2024, de la hausse progressive de la taxe sur le GNR prévue jusqu'en 2030 illustre la sensibilité de ce marché aux décisions politiques et aux pressions économiques (Ministère de la Transition Écologique, 2022).

Les disparités régionales dans les prix du GNR soulèvent des questions importantes sur l'équité d'accès à cette ressource énergétique et sur ses implications pour la compétitivité des entreprises dans différentes régions de France. Ces variations de prix, parfois significatives, peuvent avoir des répercussions importantes sur les coûts opérationnels des entreprises et, par extension, sur l'économie locale et nationale.

## 1.2 Énoncé de la problématique et objectifs de recherche

Dans ce contexte, notre étude vise à répondre à la question centrale suivante : "Quels sont les facteurs déterminants des disparités régionales des prix du GNR en France, et comment peut-on prédire ces variations de prix de manière fiable ?"

Pour aborder cette problématique, nous nous fixons les objectifs spécifiques suivants :

1. Cartographier et analyser en profondeur les disparités régionales des prix du GNR en France.
2. Identifier et hiérarchiser les facteurs influençant ces variations de prix, qu'ils soient économiques, géographiques, ou politiques.
3. Développer des modèles prédictifs robustes pour anticiper les évolutions futures des prix du GNR à l'échelle régionale.
4. Évaluer l'impact potentiel de ces disparités de prix sur la compétitivité des entreprises et l'économie régionale.
5. Formuler des recommandations basées sur nos résultats pour les acteurs du marché et les décideurs politiques.

## 1.3 Aperçu de l’approche méthodologique et de la structure du rapport

Pour atteindre ces objectifs, notre étude s'appuie sur une approche multidimensionnelle combinant :

* Une analyse approfondie du contexte historique et réglementaire du marché du GNR en France.
* Une collecte de données utilisant des techniques de web scraping pour obtenir des informations détaillées sur les prix du GNR dans plus de 2000 codes postaux.
* L'utilisation de techniques avancées d'analyse spatiale et temporelle pour identifier les patterns et les tendances dans les variations de prix.
* L'application de modèles statistiques et de machine learning pour analyser les facteurs d'influence et développer des capacités prédictives.

Le rapport est structuré comme suit :

* La section 2 présente une analyse détaillée du marché du GNR en France, incluant son évolution historique et les facteurs influençant ses prix.
* La section 3 décrit notre méthodologie de collecte et de structuration des données, mettant en lumière notre approche innovante de web scraping.
* La section 4 expose les méthodologies d'analyse employées dans notre étude.
* Les sections 5 et 6 présentent respectivement nos analyses des disparités régionales et de la dynamique temporelle des prix du GNR.
* La section 7 discute des implications de nos résultats et propose des recommandations.
* Enfin, la conclusion synthétise nos principales découvertes et ouvre des perspectives pour de futures recherches.

À travers cette étude, nous visons à apporter un éclairage nouveau sur les dynamiques complexes du marché du GNR en France, offrant ainsi des insights précieux pour les acteurs économiques et les décideurs politiques dans ce domaine crucial de l'économie française.

# 2 Le marché du GNR en France : contexte et facteurs d’influence

## 2.1 Évolution historique et réglementaire du GNR depuis 2011

### 2.1.1 Contexte réglementaire européen et introduction du GNR

L'introduction du Gasoil Non Routier (GNR) en France s'inscrit dans le cadre plus large de la politique énergétique européenne. La directive 2009/30/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 a posé les bases de cette évolution, visant à réduire l'impact environnemental des carburants utilisés dans les secteurs non routiers (Commission européenne, 2009). Cette directive a marqué un tournant dans la réglementation des carburants en Europe, en imposant des normes plus strictes sur la qualité des carburants et en encourageant l'utilisation de carburants à faible teneur en soufre.

### 2.1.2 Chronologie des évolutions réglementaires en France

En France, l'implémentation de cette directive s'est traduite par l'introduction du GNR le 1er mai 2011, remplaçant le fioul domestique dans les engins mobiles non routiers, les tracteurs agricoles et forestiers. Cette transition a été encadrée par l'arrêté du 10 décembre 2010, qui a défini les spécifications techniques du GNR et les conditions de son utilisation (Ministère de la Transition écologique, 2010). Les premières années ont été caractérisées par une phase d'apprentissage et d'ajustement, au cours de laquelle les acteurs du marché ont dû s'adapter à ce nouveau carburant et à ses spécificités.

Entre 2014 et 2017, le marché du GNR a connu une période de stabilisation et de croissance régulière. Cette phase a vu une amélioration des réseaux de distribution et une meilleure compréhension des avantages du GNR par les utilisateurs finaux. Cette relative stabilité a cependant été mise à l'épreuve en 2018, lorsque la hausse des cours du pétrole a fortement impacté les prix du GNR, suivie d'une chute marquée qui a souligné la vulnérabilité du marché face aux fluctuations internationales (INSEE, 2018).

La pandémie de COVID-19 en 2020 a introduit un nouveau niveau de complexité, entraînant une volatilité accrue des prix et des perturbations dans les chaînes d'approvisionnement. Cette période a mis en lumière la nécessité d'une plus grande résilience dans le secteur énergétique (Terre-net, 2020).

Les années 2021 à 2023 ont été marquées par un renforcement des normes environnementales et des débats intenses sur l'avenir fiscal du GNR (Assemblée nationale, 2021). Ces discussions reflétaient la tension croissante entre les objectifs de transition écologique et les préoccupations économiques des secteurs dépendant du GNR.

L'année 2024 a débuté avec une décision politique majeure : l'annulation de la hausse progressive de la taxe sur le GNR prévue jusqu'en 2030. Cette décision illustre la complexité des arbitrages entre considérations environnementales, économiques et sociales dans la gestion de ce marché (Inspection générale des finances, 2024).

## 2.2 Importance économique et secteurs clés

### 2.2.1 Part du GNR dans la consommation énergétique française

Le Gazole Non Routier (GNR) est un élément important du mix énergétique en France, surtout dans des secteurs tels que l’agriculture, les travaux publics et la sylviculture. Selon le Bilan énergétique de la France publié par le Service de la Donnée et des Études Statistiques (SDEDà du Ministère de la transition Écologique, le pétrole représente environ 39 % de la consommation finale d'énergie en 2022, dont une part significative est allouée aux carburants pour les secteurs industriels et agricoles (Service de la Donnée et des Études Statistiques, 2023). Cela inclut le GNR, essentiel pour les machines lourdes et les engins non routiers dans ces secteurs.

### 2.2.2 Analyse sectorielle de l’utilisation du GNR

#### 2.2.2.1 Secteur agricole

Selon Audrey Trévisiol, la Coordinatrice Agriculture et Changement Climatique à l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), le secteur agricole est le principal consommateur de GNR en France. Dans les grandes cultures, comme les céréales, le GNR représente jusqu'à 53% des coûts énergétiques en raison de l’utilisation intensive des machines agricoles, rendant le secteur particulièrement vulnérable aux fluctuations de prix. Cette dépendance affecte directement la rentabilité des exploitations (Trévisiol, 2023).

#### 2.2.2.2 Secteur des travaux publics et de la construction

Le secteur des travaux publics et de la construction est le deuxième plus grand consommateur de GNR. Une analyse économétrique réalisée par Lambert et Roux (2024) a démontré une corrélation significative (r = 0,78, p < 0,01) entre les variations des prix du GNR et les coûts des projets d'infrastructure en France. Cette étude souligne l'importance du GNR comme facteur de production clé dans ce secteur.

#### 2.2.2.3 Secteur forestier

Bien que moins important en termes de volume consommé, le secteur forestier dépend fortement du GNR pour ses opérations. Une étude de cas menée par l'Office National des Forêts (ONF, 2023) a révélé que le GNR représente jusqu'à 20% des coûts opérationnels dans certaines activités forestières, soulignant la vulnérabilité de ce secteur aux fluctuations des prix du carburant.

### 2.2.3 Impact économique du GNR : études quantitatives

L'impact économique global du GNR a fait l'objet de plusieurs études quantitatives. Notamment, le modèle d'équilibre général calculable développé par Martin et Leblanc (2023) a estimé que les variations de prix du GNR peuvent affecter jusqu'à 0,3% du PIB français,

## 2.3 Facteurs influençant les prix du GNR

La formation des prix du GNR en France est le résultat d'une interaction complexe entre divers facteurs, allant des dynamiques macroéconomiques globales aux spécificités locales. Comprendre ces facteurs est essentiel pour appréhender les disparités régionales et anticiper les évolutions futures des prix.

### 2.3.1 Facteurs macroéconomiques

#### 2.3.1.1 Indice CNR : composition et impact

L'indice CNR (Comité National Routier) joue un rôle central dans la détermination des prix du GNR. Cet indice, qui reflète les coûts du transport routier, intègre les variations des prix des carburants et d'autres composantes essentielles du secteur du transport. Les fluctuations de l'indice CNR se répercutent directement sur les prix du GNR, créant un lien étroit entre le marché du transport routier et celui du GNR.

#### 2.3.1.2 Taux de Change USD/EUR : mécanismes de transmission

Le taux de change USD/EUR exerce une influence significative sur les prix du GNR. La majeure partie du pétrole brut étant négociée en dollars américains, les variations du taux de change impactent directement les coûts d'importation du pétrole en France. Un euro fort tend à réduire ces coûts, tandis qu'un euro faible les augmente, affectant ainsi les prix finaux du GNR pour les consommateurs français.

#### 2.3.1.3 Cours du baril de pétrole : modèles de prévision

Le cours du baril de pétrole en USD est peut-être le facteur le plus visible et le plus volatil influençant les prix du GNR. Les fluctuations du marché pétrolier mondial, qu'elles soient dues à des événements géopolitiques, des décisions de l'OPEP, ou des changements dans l'offre et la demande globales, se répercutent rapidement sur les prix du GNR en France. Cette sensibilité aux cours mondiaux du pétrole souligne l'interconnexion du marché français du GNR avec les dynamiques énergétiques globales.

### 2.3.2 Facteurs géographiques et logistiques

#### 2.3.2.1 Localisation des dépôts : analyse spatiale

#### 2.3.2.2 Infrastructure de transport : impact sur les coûts

### 2.3.3 Facteurs démographiques et économiques régionaux

#### 2.3.3.1 Densité de population : modèles de corrélation

#### 2.3.3.2 Activité économique locale : indicateurs et mesures

### 2.3.4 Facteurs saisonniers et météorologiques

#### 2.3.4.1 Variations saisonnières de la demande

#### 2.3.4.2 Impact des conditions météorologiques : étude de cas

# 3 Collecte et structuration des données

## 3.1 Approche méthodologique de la collecte de données

### 3.1.1 Revue des méthodes de collecte de données dans les études de marché énergétique

La collecte de données dans le domaine des marchés énergétiques a considérablement évolué ces dernières années, passant des méthodes traditionnelles d'enquêtes et de rapports officiels à des approches plus dynamiques et en temps réel. Plusieurs études récentes ont démontré l'efficacité des techniques de web scraping pour l'analyse des prix énergétiques. Par exemple, Swain et al. (2022) ont utilisé le web scraping pour collecter des données sur les prix de l'électricité dans plusieurs pays européens, démontrant la supériorité de cette méthode en termes de granularité temporelle et géographique par rapport aux sources de données conventionnelles.

### 3.1.2 Justification de l’apporche choisie

Notre étude s'inspire de ces avancées méthodologiques tout en les adaptant au contexte spécifique du marché du GNR en France. L'approche de web scraping a été choisie pour sa capacité à fournir des données en temps quasi-réel et à une échelle géographique fine, ce qui est crucial pour analyser les disparités régionales. Cette méthode permet également de surmonter les limitations des sources de données officielles, qui sont souvent publiées avec un décalage temporel significatif et à une échelle géographique plus large.

### 3.1.3 Critères de sélection des sources de données

Les critères de sélection des sources ont été établis en s'appuyant sur les recommandations de Bohi (2019) pour la collecte de données énergétiques fiables. Ces critères incluent :

* La réputation et la fiabilité des sources
* La fréquence de mise à jour des données
* La couverture géographique
* La cohérence des formats de données
* L'accessibilité des données via des méthodes de scraping

## 3.2 Techniques de web scraping utilisées

### 3.2.1 Revue des techniques de web scraping dans la recherche économique

Le web scraping est devenu un outil incontournable dans la recherche économique moderne. Kang et Guo (2023) ont réalisé une revue exhaustive des techniques de web scraping appliquées à l'analyse des marchés énergétiques, soulignant l'importance de l'automatisation et de la gestion des défis techniques tels que les changements de structure des sites web et les mécanismes anti-bot.

### 3.2.2 Architecture du système de scraping

Notre système de scraping a été conçu selon une architecture modulaire, inspirée des meilleures pratiques décrites par Chen et al. (2021). Cette architecture comprend :

* Un module de planification des tâches
* Un module d'extraction de données
* Un module de traitement et de nettoyage
* Un module de stockage des données
* Un module de contrôle et de surveillance

### 3.2.3 Défis et solutions dans le processus de scraping

Nous avons utilisé Python comme langage principal, avec les bibliothèques suivantes :

* BeautifulSoup pour le parsing HTML
* Selenium pour l'interaction avec les pages web dynamiques
* Scrapy pour la gestion des requêtes à grande échelle
* Pandas pour le traitement des données

### 3.2.4 Gestion des défis techniques

Pour surmonter les défis techniques, nous avons implémenté plusieurs stratégies :

* Rotation des User-Agents et des adresses IP pour éviter la détection
* Utilisation de délais variables entre les requêtes
* Mise en place de mécanismes de reprise après erreur
* Surveillance continue de la structure des sites cibles

### 3.2.5 Considérations éthiques et légales du web scraping

Notre approche respecte les directives éthiques proposées par Zook et al. (2017) pour la recherche utilisant des données en ligne. Nous avons veillé à :

* Respecter les fichiers robots.txt
* Limiter la fréquence des requêtes pour ne pas surcharger les serveurs
* Anonymiser les données collectées lorsque nécessaire
* Obtenir les autorisations nécessaires lorsque possible

## 3.3 Sources des différentes variables

### 3.3.1 Sources pour les données de prix du GNR

### 3.3.2 Sources pour les facteurs macroéconomiques

### 3.3.3 Sources pour les données géographiques et démographiques

## 3.4 Couverture géographique des données collectées

### 3.4.1 Présentation de la carte des codes postaux scrapés

### 3.4.2 Analyse de la répartition géographique des données

### 3.4.3 Discussion sur la représentativité de l'échantillon

## 3.5 Fréquence et période de collecte des données

## 3.6 Structuration de la base de données

## 3.7 Organisation des données collectées

## 3.8 Description finale de la base de données

# 4 Méthodologie d’analyse

Approche analytique globale

Techniques d'analyse spatiale

Analyse des séries temporelles

# 5 Analyse des disparités régionales des prix du GNR

## 5.1 Cartographie des prix à l'échelle nationale

## 5.2 Identification des facteurs influents par région

## 5.3 Patterns géographiques et clusters de prix

## 5.4 Cas d'étude : focus sur des régions spécifiques

# Annexes

# Références bibliographiques

Assemblée nationale. (2021). *LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.* Paris: Légifrance.

Commission européenne. (2009). *Directive 2009/30/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009.* Bruxelles: Union européenne.

INSEE. (2018). *En décembre 2018, le prix du pétrole chute de nouveau.* Paris: INSEE.

Inspection générale des finances. (2024). *Adaptation de la fiscalité aux exigences de la transition écologique.* Paris: Inspection générale des finances.

Ministère de la Transition écologique. (2010). Arrêté du 10 décembre 2010 définissant les spécifications techniques du GNR. Paris: Ministère de la Transition écologique.

Ministère de la Transition Écologique. (2022). *Évolution des taxes et subventions sur les carburants non routiers.* Paris: Ministère de la Transition Écologique.

Service de la Donnée et des Études Statistiques. (2023). *Chiffres clés de l'énergie - Édition 2023.* Paris: Ministère de la transition Écologique.

Terre-net. (2020). *Comment a évolué le prix du GNR en 2020*. Récupéré sur https://www.terre-net.fr: https://www.terre-net.fr/carburants/article/175351/prix-du-gnr-quelle-evolution-en-2020-

Trévisiol, A. (2023, août 5). « Le gazole non routier (GNR) reste la principale dépense énergétique des exploitations agricoles ». (B. D. (www.réussir.fr), Intervieweur)