

# **Ecole des Hautes Etudes Commerciales**

## **HEC d'Alger**

**Mémoire de Fin de Cycle en vue de l'Obtention du Diplôme de  
Master en Sciences Commerciales**

**Spécialité : Commerce International**

**Thème :**

**Essai d'optimisation des itinéraires maritimes pour  
l'exportation des hydrocarbures  
Etude de cas : SONATRACH - Division  
commercialisation**

**Elaboré par :**

**-Melle. AMAMRA Lyna Maya**

**Dirigé par :**

**- Mme. MEGHARI Randa**

**Maître de Conférences**

**« A » à l'EHEC**

**12ème promotion**

**Juin 2025**



**Ecole des Hautes Etudes Commerciales**

**HEC d'Alger**

**Mémoire de Fin de Cycle en vue de l'Obtention du Diplôme de  
Master en Sciences Commerciales**

**Spécialité : Commerce International**

**Thème :**

**Essai d'optimisation des itinéraires maritimes pour  
l'exportation des hydrocarbures**

**Etude de cas : SONATRACH - Division  
commercialisation**

**Elaboré par :**

**-Melle. AMAMRA Lyna Maya**

**Dirigé par :**

**- Mme. MEGHARI Randa**

**Maître de Conférences**

**« A » à l'EHEC**

**12ème promotion**

**Juin 2025**

# *Dédicace*

*À ceux dont l'amour constant, la patience inaltérable et le silence habité de foi ont été les fondations invisibles de mon parcours.*

*À ceux dont les prières discrètes ont, dans l'ombre, éclairé ma route et soutenu chacun de mes pas...Je rends ici un hommage profond et respectueux.*

- *À mon père **AMAMRA Mohamed Salah**, guide silencieux et force tranquille, qui m'a transmis, sans un mot, la rigueur, le courage et la dignité.*
- *À ma mère **MERABIA Damia**, source infinie d'amour et de sagesse, dont la tendresse m'a porté bien au-delà des épreuves.*

*Ce mémoire leur est dédié. Il est l'humble fruit de leur abnégation et de leurs sacrifices. Qu'ils trouvent dans ces pages l'expression sincère de ma reconnaissance éternelle.*

*À **Chakib, Badis et Adib**, mes frères d'âme, compagnons fidèles dans les silences comme dans les tempêtes. Votre présence m'est un appui indéfectible.*

*À **Mami**, douce grand-mère, dont le regard contient encore les lueurs de mon enfance.*

*À **Juju**, mon oncle bien-aimé, que la miséricorde divine accueille en paix. Ton souvenir demeure vivant et lumineux.*

*À **Minak**, silencieuse alliée des jours solitaires, présence discrète mais précieuse.*

*À **Chaïma**, confidente loyale, à l'écoute toujours présente.*

*À **Nihed**, lumière fraternelle dans les instants d'égarement.*

*À **Imane**, sœur d'âme, forte dans sa fragilité, éclat de vie dans mes heures sombres.*

*À vous tous,*

*Ce mémoire ne constitue pas seulement un aboutissement universitaire,*

*Il est aussi un acte de mémoire, un témoignage de gratitude,*

*Et un hommage silencieux à la grandeur des liens qui m'élèvent.*

# *Remerciements*

Avant toute chose, nous remercions **Allah (SWT)**, Le Tout-Puissant, pour nous avoir accordé la santé, la persévérance et la lucidité nécessaires pour mener à bien ce travail. Sans Sa guidance et Sa miséricorde, rien n'aurait été possible.

Nous exprimons notre profonde gratitude à **Madame MEGHARI Randa**, Maître de conférences à l'EHEC, pour la qualité de son encadrement, sa bienveillance, ses conseils avisés et sa grande disponibilité tout au long de cette recherche. Son excellence académique et humaine a grandement enrichi notre réflexion et notre progression.

Nos remerciements vont également à l'ensemble des membres du **jury**, que nous remercions chaleureusement pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer ce travail.

Nous tenons à exprimer notre vive reconnaissance à **Madame OURAD Kahina** et **Monsieur ABDOUNI Houcine**, pour leur accompagnement durant notre stage, leur encadrement attentif, ainsi que pour la richesse de leurs conseils et leur soutien constant. Nous remercions également tout **le personnel de SONATRACH** pour leur accueil chaleureux, leur collaboration et leur précieuse assistance tout au long de notre séjour professionnel.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous **nos enseignants de l'EHEC**, qui ont su, par leur engagement et la qualité de leurs enseignements, façonner notre parcours académique et éveiller notre esprit critique.

À l'ensemble du **personnel administratif et pédagogique de l'EHEC Alger**, nous exprimons notre gratitude pour leur accompagnement et leur soutien tout au long de notre formation.

Enfin, nous remercions du fond du cœur **toutes les personnes** qui, de près ou de loin, nous ont aidés, soutenus ou encouragés dans la réalisation de ce mémoire. Que chacune d'elles trouve ici l'expression de notre reconnaissance la plus sincère.

# Résumé

Face à l'importance stratégique des hydrocarbures pour l'économie algérienne, l'exportation du naphta nécessite une gestion logistique optimisée, notamment dans la planification des itinéraires maritimes. La réussite des opérations d'exportation repose sur la capacité à anticiper et à gérer efficacement les aléas liés aux conditions portuaires, climatiques et sociales, tout en maîtrisant les coûts logistiques.

Cette étude s'appuie sur une analyse approfondie menée auprès de responsables de Sonatrach et une étude de cas comparative entre scénarios avec et sans perturbations, afin d'évaluer l'apport de l'optimisation des itinéraires maritimes sur la performance globale des exportations de naphta.

En adoptant une approche mixte qualitative et quantitative, nous démontrons que l'intégration d'outils technologiques avancés, le suivi en temps réel et une meilleure anticipation des risques améliorent significativement la fluidité des flux, réduisent les délais et contribuent à une réduction notable des coûts.

Ces résultats soulignent l'enjeu crucial d'une logistique maritime modernisée pour renforcer la compétitivité de l'Algérie sur les marchés internationaux des hydrocarbures.

**Mots clés :** Exportation, optimisation logistique, itinéraires maritimes, naphta, gestion des risques, technologies numériques.

# Abstract

Given the strategic importance of hydrocarbons to the Algerian economy, the export of naphtha requires optimized logistics management, particularly in maritime route planning. Successful export operations depend on the ability to anticipate and efficiently manage risks related to port conditions, weather, and social factors while controlling logistical costs.

This study is based on an in-depth analysis conducted with Sonatrach managers and a comparative case study between scenarios with and without disruptions to evaluate the impact of optimizing maritime routes on the overall performance of naphtha exports.

By adopting a mixed qualitative and quantitative approach, we demonstrate that integrating advanced technological tools, real-time tracking, and better risk anticipation significantly improve flow efficiency, reduce delays, and contribute to notable cost reductions.

These findings highlight the critical importance of modernizing maritime logistics to enhance Algeria's competitiveness in the international hydrocarbon markets.

**Keywords:** Export, logistics optimization, maritime routes, naphtha, risk management, digital technologies.

## المخلص

نظراً للأهمية الاستراتيجية للنفط والغاز في الاقتصاد الجزائري، تتطلب عملية تصدير النفط إدارة لوجستية مُحسنة، لا سيما في تخطيط المسارات البحرية. تعتمد نجاحات عمليات التصدير على القدرة في التنبؤ وإدارة المخاطر المتعلقة بالظروف المينائية والطقس والعوامل الاجتماعية بشكل فعال، مع السيطرة على تكاليف النقل.

تستند هذه الدراسة إلى تحليل معمق أُجري مع مسؤولي شركة سوناطراك ودراسة حالة مقارنة بين سيناريوهين، أحدهما بدون اضطرابات والآخر مع اضطرابات، بهدف تقييم أثر تحسين تخطيط المسارات البحرية على أداء تصدير النفط بشكل عام.

من خلال اعتماد منهجية بحثية تجمع بين الأساليب الكمية والنوعية، تُبرز كيف أن دمج الأدوات التقنية المتقدمة، والمتابعة اللحظية، والتنبؤ الأفضل بالمخاطر يُسهم بشكل كبير في تحسين انسيابية العمليات، وتقليل التأخيرات، وخفض التكاليف بشكل ملحوظ.

تُبرز النتائج الأهمية الحاسمة لتحديث اللوجستيات البحرية لتعزيز قدرة الجزائر التنافسية في أسواق الهيدروكربونات الدولية.

**الكلمات المفتاحية:** التصدير، تحسين اللوجستيات، المسارات البحرية، النفط، إدارة المخاطر، التقنيات الرقمية

# Liste des tableaux

## Chapitre I :

Tableau I- 1: La différence entre l'exportation et le commerce international.....	8
Tableau I- 2: Les Avantages et les Inconvénients des différents modes de présence de l'exportation concentré.....	9
Tableau I- 3: L'institutionnalisation du commerce mondial. ....	13
Tableau I- 4: les hydrocarbures selon l'état physique .....	16
Tableau I- 5: Rôle des hydrocarbures à l'échelle mondiale et en Algérie .....	18
Tableau I- 6 : Principaux pays importateurs de pétrole .....	22
Tableau I- 7: Classement mondial des exportateurs de gaz naturel en 2023. ....	22
Tableau I- 8 : Classement des 3 principaux pays importateurs de gaz naturel en 2023. ....	23
Tableau I- 9 : Classement des principaux importateurs de GNL algérien en 2024. ....	24
Tableau I- 10: Indicateurs Clés des Exportations d'Hydrocarbures en Algérie .....	24
Tableau I- 11: Évolution du trafic maritime par type de cargaison en millions de tonnes. ....	30
Tableau I- 12 : les intervenants de transport maritime « Les parties prenantes » .....	32
Tableau I- 13: les intervenants de transport maritime « Les acteurs commerciaux » .....	32
Tableau I- 14 : types de navires selon la taille .....	34
Tableau I- 15: La relation entre navires et marchandises sur les marchés vraciers et pétroliers (affectation dominante navire/marchandise) .....	35
Tableau I- 16: Classification des pétroliers selon le type d'hydrocarbures transportés .....	36

## Chapitre II

Tableau II- 1: Résumé des principales règles Incoterms applicables au transport maritime. ...	43
Tableau II- 2: Itinéraires maritimes (axes commerciaux vs passages stratégiques).....	51
Tableau II- 3: Les avantages de l'optimisation des itinéraires maritimes.....	54
Tableau II- 4: Les Clés de Lecture d'une Carte Marine .....	57
Tableau II- 5 : Logiciels d'optimisation des trajets maritimes et outils d'aide à la décision ....	62
Tableau II- 6: Comparaison entre ERP et TMS dans l'optimisation des flux maritimes .....	64
Tableau II- 7 : Résumé des apports de l'IoT dans le transport maritime .....	65

## Chapitre III

Tableau III- 1 : les avantages et les inconvénients d'un guide d'entretien .....	86
Tableau III- 2: Profil des interviewés .....	89
Tableau III- 3: l'interprétation et l'analyse du choix des Incoterms (FOB vs CFR).....	92
Tableau III- 4 : Acteurs institutionnels et documents mobilisés lors de la phase de préparation au chargement.....	94
Tableau III- 5: Principaux critères influençant le choix des itinéraires maritimes par Sonatrach .....	96
Tableau III- 6 : Ports de départ et d'arrivée pour l'exportation de naphta par Sonatrach .....	98

Tableau III- 7: Coefficients de Corrélation de Pearson entre les Entretiens sur « L'Organisation du transport maritime des hydrocarbures ».....	101
Tableau III- 8: La congestion portuaire et ses répercussions sur les délais et les coûts logistiques.....	103
Tableau III- 9: Évaluation de la flexibilité opérationnelle de Sonatrach dans l'ajustement des itinéraires maritimes face aux perturbations imprévues .....	105
Tableau III- 10 : Coefficients de Corrélation de Pearson entre les Entretiens sur « les Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes » .....	107
Tableau III- 11: logiciels et systèmes utilisés par Sonatrach pour la planification et le suivi des itinéraires maritimes.....	108
Tableau III- 12 : Intégration des technologies avancées dans la gestion des itinéraires maritimes chez Sonatrach.....	110
Tableau III- 13 : Coefficients de Corrélation de Pearson entre les Entretiens sur les Pratiques d'Optimisation et Apports Technologiques .....	113
Tableau III- 14: le cout du voyage du premier scénario .....	119
Tableau III- 15 : le cout du voyage « scénario avec retard » .....	121
Tableau III- 16: Comparaison des délais entre le scénario sans retard et le scénario avec retards.....	122
Tableau III- 17 : Impact des facteurs perturbateurs sur les coûts d'un itinéraire maritime « analyse comparative » .....	124
Tableau III- 18 : Impact du choix du port de soutage sur l'optimisation des itinéraires maritimes « comparaison Malte / Augusta ».....	125
Tableau III- 19 : Modules fonctionnels de la plateforme « Naph Track ».....	126

# Liste des figures

## **Chapitre I :**

Figure I- 1: Contribution des hydrocarbures dans le PIB (%).....	19
Figure I- 2: les principaux pays exportateurs du pétrole.....	20
Figure I- 3: Principaux pays importateurs du pétrole .....	20
Figure I- 4: Classement des importateurs mondiaux de pétrole en 2023 (en milliers .....	21
Figure I- 5: classement des principaux pays importateurs de gaz naturel en 2020 .....	23
Figure I- 6: Analyse du choix de la solution transport en termes de modes .....	29

## **Chapitre II :**

Figure II- 1: Planification stratégique des exportations d'hydrocarbures.....	41
Figure II- 2: schéma standard de dédouanement à l'export .....	46
Figure II- 3 : Les principales routes maritimes et leurs points de passage stratégiques .....	51
Figure II- 4: Le sextant.....	59

## **Chapitre III :**

Figure III- 1: Évolution de la production primaire d'hydrocarbures (2021–2023) .....	80
Figure III- 2: Volume des exportations d'hydrocarbures (2021-2023) .....	80
Figure III- 3: Répartition des ventes « national vs international (2021–2023) » .....	81
Figure III- 4: Processus d'Analyse des Données Qualitatives (entretiens semi-directifs) .....	87
Figure III- 5: Nuage de mots AXE 1 « organisation du transport maritime des hydrocarbures » .....	100
Figure III- 6 : la contribution de chaque interviewés dans l'AXE N°1. ....	100
Figure III- 7: la proximité lexicale entre les entretiens.....	101
Figure III- 8: Nuage de mots AXE 02 « Contraintes et obstacles liés aux IM » .....	106
Figure III- 9 : Couverture par entretien « implication différenciée des acteurs » .....	106
Figure III- 10: la proximité lexicale entre les entretiens .....	107
Figure III- 11: Nuage de mots, Axe 3 « Pratiques d'optimisation et apports technologiques » .....	111
Figure III- 12: Répartition de la couverture du thème 3 par entretien .....	112
Figure III- 13: la proximité lexicale entre les entretiens .....	112
Figure III- 14: Répartition des composantes du coût de fret maritime pour une cargaison de NAPHTA.....	116
Figure III- 15 : Time sheet détaillé du scénario d'exportation sans retard – Arzew vers Lavéra. ....	118
Figure III- 16: Time sheet détaillé du scénario d'exportation avec retard – Arzew vers Lavéra. ....	120
Figure III- 17: Impact des retards opérationnels sur les postes de coûts d'un itinéraire maritime (Arzew – Lavéra) .....	124

Figure III- 18: Maquette fonctionnelle de la plateforme NaphTrack pour l'optimisation des itinéraires maritimes d'exportation du naphta ..... 127

## Liste des abréviations

Abréviation	Désignation
<b>AIE</b>	L'Agence internationale de l'énergie
<b>AIS</b>	Système d'Identification Automatique
<b>ATM</b>	Assistant transport maritime
<b>ATOS</b>	Atos est une entreprise française spécialisée dans les technologies de l'information, la cybersécurité, le cloud, les supercalculateurs, et les solutions logicielles avancées, notamment pour les secteurs sensibles comme : L'énergie (dont les hydrocarbures), Le transport.
<b>BL</b>	Bill of Lading
<b>CCI</b>	La Chambre de Commerce International
<b>CEO</b>	Le Comité d'Examen et d'Orientation
<b>CFR</b>	Cost and Freight
<b>CIF</b>	Cost, Insurance and Freight
<b>CIRDI</b>	Le Centre international pour le règlement des différends relatifs aux
<b>C<sub>n</sub>H<sub>m</sub></b>	<p>Une notation chimique générique qui représente un hydrocarbure, c'est-à-dire une molécule composée uniquement de carbone (C) et d'hydrogène (H).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- n est le nombre d'atomes de carbone (C),</li> <li>- m est le nombre d'atomes d'hydrogène (H).</li> </ul>
<b>CNUCED</b>	La Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de carbone
<b>COM</b>	Commercialisation
<b>CV</b>	Cout du voyage
<b>DC</b>	Les Directions Centrales
<b>DCG</b>	Les Directions Coordination Groupe
<b>EPI</b>	Équipements de protection individuelle
<b>ERP</b>	Enterprise Resource Planning
<b>FAS</b>	Free Alongside Ship
<b>FMI</b>	Le Fonds monétaire international
<b>FOB</b>	Free On Board
<b>GATT</b>	General Agreement on Tariffs and Trade
<b>GNL</b>	Gaz naturel liquéfié
<b>GPL</b>	Gaz de Pétrole Liquéfiés

<b>GPS</b>	Systèmes de positionnement global
<b>HL</b>	Hydrocarbures liquides
<b>IA</b>	L'intelligence artificielle
<b>IDE</b>	Les investissements directs étrangers
<b>IFC</b>	La Société financière internationale
<b>Incoterms</b>	International Commercial Terms
<b>IOT</b>	L'internet des objets
<b>LPR</b>	Liquéfaction - Pétrochimie - Raffinage (
<b>LR1</b>	Long Range 1
<b>LR2</b>	Long Range 2
<b>MARPOL</b>	Marine Pollution
<b>MAS</b>	Mayflower Autonomous Ship
<b>mds m<sup>3</sup></b>	Milliards de mètres cubes
<b>MR</b>	Medium Range
<b>Mt</b>	Millions de tonnes.
<b>OCDE</b>	L'Organisation pour la Coopération et le Développement Économique
<b>OMC</b>	L'Organisation mondiale du commerce
<b>OMI</b>	Organisation Maritime Internationale
<b>ONU</b>	L'Organisation des Nations unies
<b>OPEP</b>	L'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole
<b>PDG</b>	Le Président-Directeur Général
<b>PIB</b>	Produit intérieur brut
<b>RPC</b>	La division Raffinage
<b>SOLAS</b>	Safety of Life at Sea (Sécurité de la vie humaine en mer)
<b>SONATRACH</b>	La société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures
<b>TC</b>	Time charter
<b>TEP</b>	Tonne Équivalent Pétrole C'est une unité d'énergie utilisée pour comparer différentes sources d'énergie entre elles. 1 TEP $\approx$ 11 630 kWh ou $\approx$ 7,33 barils de pétrole brut Elle permet d'harmoniser les volumes d'énergies sous une seule unité, qu'il s'agisse de gaz, pétrole, charbon, etc.
<b>TFP</b>	Cout totale des frais portuaire
<b>TL</b>	Cout totale du loyer

<b>TM</b>	Transport maritime
<b>TMS</b>	Système de gestion des transports (Transportation Management System)
<b>TPL</b>	Tonnes de Port en Lourd
<b>TRC</b>	Transport par Canalisation
<b>TS</b>	Cout totale des soutes
<b>ULCC</b>	Ultra large Crude or Ore carrier
<b>VLCC</b>	Very Large Crude Carrier
<b>WTO</b>	World Trade Organisation

# Sommaire

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : CADRE CONCEPTUEL DE L'EXPORTATION ET LE TRANSPORT MARITIME DES HYDROCARBURES.....</b>	<b>5</b>
<b>1 Section 1 : Généralités sur l'exportation .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Section 2 : L'exportation des hydrocarbures .....</b>	<b>14</b>
<b>3 Section 3 : Transport maritime des hydrocarbures.....</b>	<b>28</b>
<b>CHAPITRE II : STRATEGIE D'OPTIMISATION DES ITINERAIRES MARITIMES .....</b>	<b>39</b>
<b>1 Section 01 : Processus global du transport maritime des hydrocarbures .....</b>	<b>41</b>
<b>2 Section 02 : Principes et enjeux de l'optimisation des itinéraires maritimes .</b>	<b>49</b>
<b>3 Section 03 : Techniques et outils d'optimisation des itinéraires maritimes ...</b>	<b>56</b>
<b>CHAPITRE III : ETUDE DES CAS « OPTIMISATION DES ITINERAIRES MARITIMES DE SONATRACH ».....</b>	<b>69</b>
<b>1 Section 01 : Présentation de l'organisme d'accueil .....</b>	<b>70</b>
<b>2 Section 2 : Cadre méthodologique de l'étude .....</b>	<b>81</b>
<b>3 Section 3 : Analyse des données issues des entretiens semi-directifs .....</b>	<b>89</b>
<b>4 Section 4 : Présentation d'un cas d'étude concret.....</b>	<b>115</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>128</b>



## ***INTRODUCTION GENERALE***

---

Dans un monde marqué par l'intensification des échanges économiques et l'interdépendance croissante des marchés, le commerce international s'impose comme l'un des piliers fondamentaux du développement économique mondial. La libéralisation des échanges, l'évolution des accords commerciaux, et les progrès technologiques dans le domaine des transports ont permis d'accélérer les flux de marchandises entre les nations. De nos jours, aucune économie ne peut se développer de manière isolée. La compétitivité d'un pays repose en grande partie sur sa capacité à exporter ses biens et services dans des conditions optimales de coût, de qualité et de délai.

Dans ce contexte mondialisé, le secteur énergétique, et plus précisément celui des hydrocarbures, occupe une place stratégique. Les pays producteurs, notamment ceux dotés de ressources pétrolières et gazières abondantes, comme l'Algérie, tirent une part importante de leurs revenus de l'exportation de ces ressources.

Cependant, si la production constitue une étape essentielle, le transport vers les marchés de consommation représente un maillon tout aussi crucial de la chaîne de valeur. Parmi les modes de transport disponibles, le transport maritime s'impose comme la solution privilégiée pour l'exportation à grande échelle des hydrocarbures, en raison de sa capacité, sa flexibilité et son coût relativement compétitif.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail, qui porte sur l'un des produits les plus exportés dans ce secteur : le naphta. Utilisé principalement comme matière première dans la pétrochimie, le naphta est transporté par voie maritime depuis les côtes algériennes vers divers ports en Europe et au-delà. Toutefois, ce transport n'est pas sans contraintes : retards, congestion portuaire, aléas climatiques, contraintes techniques ou stratégiques peuvent affecter l'efficacité de la chaîne logistique. D'où l'importance d'une planification rigoureuse et d'une optimisation des itinéraires maritimes.

Notre mémoire s'intitule :

**« Essai d'optimisation des itinéraires maritimes pour l'exportation des hydrocarbures (naphta) ».**

Ce thème s'inscrit à la croisée de plusieurs disciplines : commerce international, logistique, transport maritime et gestion des opérations. Il répond à une double motivation :

- Subjective, car il s'agit d'un domaine aligné avec notre spécialité en commerce international et notre intérêt personnel pour les enjeux logistiques contemporains ;
- Objective, car le sujet permet d'apporter une contribution pratique à une problématique réelle vécue par une entreprise stratégique : Sonatrach, leader national dans le secteur des hydrocarbures, où nous avons eu l'opportunité d'effectuer notre stage de fin d'études.

Durant cette expérience professionnelle, nous avons pu observer concrètement les opérations d'exportation maritime, dialoguer avec des responsables impliqués dans la chaîne logistique, et analyser les données réelles liées aux itinéraires empruntés, aux délais, aux coûts et aux incidents.

Face à ces constats, nous nous posons la problématique suivante :

### **Comment optimiser les itinéraires maritimes pour l'exportation du naphta afin de réduire les coûts logistiques et d'améliorer la performance globale du transport ?**

Cette problématique soulève plusieurs interrogations secondaires :

- Quels sont les obstacles logistiques, techniques ou contextuels qui freinent l'efficacité des itinéraires maritimes actuels ?
- Comment les perturbations externes (conditions météorologiques, mouvements sociaux, changements de planning) sont-elles gérées ?
- Quelles sont les retombées économiques d'un itinéraire optimisé en termes de coût, de délai et de fiabilité ?
- Quels outils technologiques sont mobilisés pour planifier, suivre et ajuster les itinéraires ?

À partir de cette problématique, nous formulons les hypothèses suivantes :

**Hypothèse principale :** Une meilleure planification et optimisation des itinéraires maritimes permet de réduire les coûts logistiques et d'accroître la performance opérationnelle de l'exportation du naphta.

- Hypothèse secondaire 1 : Les retards et surcoûts sont souvent liés à des imprévus externes mal anticipés ou mal gérés.
- Hypothèse secondaire 2 : L'utilisation d'outils technologiques (logiciels, big data, suivi en temps réel) permet de mieux gérer les itinéraires maritimes et d'améliorer la réactivité face aux incidents.
- Hypothèse secondaire 3 : L'analyse comparative de cas concrets met en évidence les leviers d'amélioration les plus pertinents.

Pour répondre à ces hypothèses, nous avons adopté une méthode de recherche **descriptive**, **analytique** et **comparative**, combinant une approche qualitative et une approche quantitative :

- Étude documentaire : Nous avons construit un cadre théorique en consultant des ouvrages spécialisés, articles académiques, rapports professionnels et sites web traitant du commerce maritime et de la logistique des hydrocarbures.
- Étude qualitative : Cinq entretiens semi-directifs ont été menés auprès de responsables de Sonatrach, afin de recueillir leur vision du terrain, leurs contraintes, et leurs propositions d'amélioration. Les entretiens ont été analysés avec le logiciel N-Vivo (version 10), qui a permis de structurer et visualiser les résultats.
- Étude quantitative : À travers les données collectées lors de notre stage, nous avons construit deux scénarios réels d'exportation maritime (un sans retard, un avec incidents), en utilisant Microsoft Excel pour le traitement des données, le calcul des coûts logistiques, l'analyse de la rentabilité et la construction de time sheets.

Notre travail se structure autour de trois chapitres principaux :

- **Chapitre I :** Cadre conceptuel de l'exportation et du transport maritime des hydrocarbures, avec une attention particulière portée au naphta.

- **Chapitre II** : Stratégies d'optimisation des itinéraires maritimes, en explorant les outils, principes logistiques et enjeux opérationnels.
- **Chapitre III** : Étude empirique au sein de Sonatrach, comprenant l'analyse des entretiens, la présentation d'un cas réel d'exportation, et une suggestion concrète pour une optimisation durable.

À travers cette recherche, nous aspirons à apporter une contribution utile à la réflexion sur la performance logistique dans le secteur énergétique, en mettant en lumière l'importance stratégique d'une bonne gestion des itinéraires maritimes, particulièrement dans le cas de l'exportation du naphta.

***CHAPITRE 1 : CADRE CONCEPTUEL DE  
L'EXPORTATION ET LE TRANSPORT MARITIME  
DES HYDROCARBURES***

---

## **Introduction du premier chapitre**

A l'ère de la mondialisation et de l'essor des échanges internationaux, l'exportation joue un rôle clé dans la croissance économique des nations et la compétitivité des entreprises. Elle permet aux pays d'accéder à de nouveaux marchés, de valoriser leurs ressources et de renforcer leur position stratégique à l'échelle internationale. Parmi les secteurs les plus dynamiques du commerce mondial, l'industrie des hydrocarbures occupe une place prépondérante, avec des volumes d'exportation massifs et une dépendance accrue aux infrastructures maritimes.

Le transport maritime constitue le principal mode d'acheminement des hydrocarbures, représentant environ 80 % des échanges énergétiques mondiaux. Son efficacité repose sur une logistique optimisée, des routes maritimes stratégiques et une gestion rigoureuse des flux commerciaux. Toutefois, cette activité est confrontée à de nombreux défis, notamment la volatilité des marchés, les régulations environnementales, ainsi que les risques géopolitiques et sécuritaires qui influencent les itinéraires maritimes.

Dans ce chapitre, nous poserons les bases conceptuelles de l'exportation et du transport maritime des hydrocarbures. La première section présentera les généralités sur l'exportation, en abordant ses principes, ses mécanismes et son cadre réglementaire. La deuxième section se focalisera sur l'exportation des hydrocarbures, en expliquant son importance économique

Enfin, la troisième section analysera le transport maritime des hydrocarbures, en mettant en lumière ses enjeux logistiques, économiques et environnementaux.

Ce cadre conceptuel nous permettra de mieux comprendre les dynamiques qui façonnent l'exportation des hydrocarbures et les défis liés à leur acheminement maritime, ouvrant ainsi la voie à une réflexion approfondie sur les stratégies d'optimisation de cette activité.

## Section 1 : Généralités sur l'exportation

L'exportation joue un rôle clé dans le développement économique des nations en permettant aux entreprises de conquérir de nouveaux marchés et de diversifier leurs sources de revenus. Elle repose sur une gestion rigoureuse des aspects logistiques, réglementaires et commerciaux afin d'assurer la compétitivité des produits à l'international. Une stratégie d'exportation bien maîtrisée permet d'optimiser les coûts, de renforcer la présence des entreprises sur les marchés étrangers et de favoriser les échanges commerciaux à l'échelle mondiale.

### 1.1 Définition d'exportation

Le terme « Exportation » désigne l'action de vendre à l'étranger une partie de la production de biens ou de services d'un ensemble économique, pays ou région. C'est un terme miroir de celui d'importation, étant donné qu'une vente du pays A au pays B est la même opération qu'un achat du pays B au pays A. <sup>1</sup>

Action de vendre et d'expédier à l'étranger des produits nationaux.<sup>2</sup>

Tandis que Mairhofer a continué cette vision en la définissant comme, *[la vente à l'étranger d'un produit fabriqué dans un pays d'origine. L'exportation peut être directe ou indirecte]*.<sup>3</sup>

Nous définissons l'exportation comme la vente à l'étranger d'un produit fabriqué dans son pays d'origine. Elle peut se faire de manière directe, lorsque l'entreprise vend elle-même à des clients étrangers, ou indirecte, en passant par des intermédiaires spécialisés.

- **La définition du commerce international**

L'expression « commerce international » désigne l'ensemble des flux de marchandises (biens) entre des pays différents. Au sens large, Nous incluons également

Les flux de services marchands. Il peut agir sur toutes les activités de production, de commercialisation, d'exportation ou encore d'importation.

Selon les théories économiques, le commerce international permet aux pays de se spécialiser dans les productions où ils disposent d'un avantage comparatif, améliorant ainsi l'efficacité économique globale.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> <https://www.glossaire-international.com/pages/tous-les-termes/importation.html> (Consulté le 01/03/2025 à 15h).

<sup>2</sup> <https://www.larousse.fr/> (Consulté le 01 / 03/ 2025 à 15h26).

<sup>3</sup> MAYRHOFER (U) : « Management stratégique », édition Bréal, 2e édition, France, 2007, p.106.

<sup>4</sup> <https://www.fao.org/4/x7352f/x7352f02.htm> (consulté le 01/03/2025 à 15h30)

**Tableau I- 1: La différence entre l'exportation et le commerce international**

<b>Critères</b>	<b>L'exportation</b>	<b>Le commerce international</b>
<b>Définition</b>	Ventes des biens et des services d'un pays a un autre.	Ensemble des échanges (importations et exportations) de biens, services et capitaux entre pays.
<b>Portée</b>	Unidirectionnelle (du pays d'origine vers l'étranger)	Bidirectionnelle (inclut importations et exportations).
<b>Acteurs impliqués</b>	Entreprises, exportateurs, producteurs	États, entreprises multinationales, organisations internationales.
<b>Objectif principale</b>	Accroître les ventes sur les marchés étrangers.	Réguler et développer les échanges commerciaux à l'échelle mondiale.
<b>Exemple</b>	Lorsqu'une entreprise algérienne vend du naphta à une raffinerie européenne, elle réalise une exportation.	Les échanges mondiaux de pétrole, impliquant plusieurs pays, acheteurs et vendeurs.

**Source :** Elaboré par nos soins, par adaptation.

## 1.2 Les types d'exportation

L'exportation comprend plusieurs modes : l'exportation directe et l'exportation indirecte et l'exportation concentrée.

### 1.2.1 L'exportation directe (contrôlée) :

**L'exportation directe** implique qu'il y ait une relation commerciale directe entre l'entreprise et le client final. Le personnel en charge de l'administration des ventes Export traite directement avec le Client et se charge, notamment, de la facturation et de la livraison finale. La commercialisation de l'offre (fixation des prix, définition de la politique de communication... est maîtrisée par l'entreprise. Des informations précises et pertinentes sur le ou les marché(s) étranger(s) sont détenues dans l'entreprise. En revanche, tous les risques (commercial, logistique, de change,) sont supportés par l'entreprise. Les clients de l'entreprise sont souvent peu nombreux.

L'exportation directe ne se limite pas uniquement aux ventes réalisées depuis le pays d'origine. Elle peut également être assurée à travers différentes formes de présence commerciale à l'étranger, telles que :

- a) **La filiale commerciale** : Elle dépend de la société-mère, mais elle bénéficie de l'autonomie administrative et financière. Elle a l'avantage d'être présente physiquement dans le pays étranger. L'inconvénient d'une telle formule est le coût d'investissement.
- b) **La succursale** : Elle n'a pas la personnalité juridique. C'est une extension de l'entreprise-mère. Son rôle est la prospection, la prise de commande, la facturation et le recouvrement.
- c) **Le bureau de représentation (ou liaison)** : C'est une émanation de l'entreprise et n'a pas la personnalité juridique. Ses missions se limitent généralement à la prospection ou la représentation de la société-mère auprès des pouvoirs publics.

- d) **Le représentant salarié** : C'est un commercial recruté pour représenter de manière permanente l'exportateur sur le marché. Il est rémunéré par un salaire fixe plus des commissions. Son rôle est le même que celui de l'agent sauf qu'il est exclusif, c'est-à-dire qu'il ne travaille que pour l'exportateur.
- e) **L'agent** : nous le nommons aussi agent commercial ou agent à la commission. Il est rémunéré par une commission sur les ventes réalisées. Son rôle consiste à prospecter et vendre. Il informe aussi l'entreprise sur l'évolution du marché.<sup>5 6</sup>

**Tableau I- 2: Les Avantages et les Inconvénients des différents modes de présence de l'exportation concentré**

Mode de présence	Avantage	Inconvénient
<b>Filiale Commerciale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Réduction des coûts de production</li> <li>✓ Suppression des frais d'approche du marché</li> <li>✓ Accès aux marchés fermés ou difficiles</li> <li>✓ Accès aux marchés environnants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Investissement très lourd et irréversible</li> <li>✗ Risques financiers, Juridiques, sociaux, politiques</li> </ul>
<b>La succursale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bon suivi de la politique commerciale et des clients</li> <li>✓ Source d'information sur le marché étranger</li> <li>✓ Prise en charge de certaines opérations logistiques, service après-vente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Investissement assez lourd</li> <li>✗ Risque financier</li> <li>✗ Choix du responsable</li> </ul>
<b>L'agent</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maîtrise de la commercialisation</li> <li>✓ Coût proportionnel aux ventes (commission)</li> <li>✓ Bonne connaissance du marché et obligation de remonté d'informations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Implication forte de l'exportateur dans la politique commerciale, la communication et l'administration des ventes export</li> <li>✗ Difficultés de trouver un bon agent Indemnité de non-renouvellement du contrat</li> <li>✗ Elevée.</li> </ul>
<b>Le représentant salarié</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maîtrise de la commercialisation</li> <li>✓ Bonne connaissance du marché et remontée d'information.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Gestion des risques, des commandes. Prise en charge de la communication locale</li> </ul>

**Source** : GHISLANE(L), HUBERT (M) : Commerce international, Edition DUNOD, Paris, 2008, p.74.

Dans le secteur des hydrocarbures, Sonatrach utilise principalement des filiales et des succursales pour gérer ses exportations et optimiser sa présence sur les marchés étrangers. Cette approche lui permet de mieux contrôler la distribution de ses produits tout en s'adaptant aux

<sup>5</sup> ALLIOUCHE (R), Cours de marketing international, (EHEC, Kolea, 2024).

<sup>6</sup> BRUN, FLORENCE (Docors), CATHERINE (Mercier- Suissa), CATHERINE, Fiches de stratégie de développement des exportations, Edition Ellipses, 2021, p.48.

réglementations locales. Cependant, selon les marchés visés, l'entreprise peut aussi recourir à des agents commerciaux pour élargir son réseau et faciliter la vente de ses hydrocarbures.

### **1.2.2 L'exportation indirecte (sous- traités) :**

Nécessite le concours d'intermédiaires : il peut s'agir d'un agent importateur, d'un importateur distributeur, d'une société de commerce international, ou encore par le biais d'un concessionnaire, d'une franchise ou par portage c'est-à-dire par le réseau commercial, en général d'une grande entreprise.

- a) **Les importateurs :** Ils sont organisés sous forme de sociétés commerciales qui achètent et revendent pour leurs propres comptes. Si l'exportateur donne l'exclusivité à un importateur, on parle de concessionnaire.
- b) **Les sociétés de commerce international :** Leur fonction est d'acheter des produits et les revendre après avoir ajouté leur marge. Elles sont généralement spécialisées par types de produits et par zones géographiques.
- c) **Les sociétés de gestion à l'exportation :** ces sociétés de service remplissent toutes les fonctions d'un service export en agissant pour le compte de l'exportateur. Elles offrent des services commerciaux (prospection, suivi commerciale) et administratifs (facturation, relance, logistique, douane...).
- d) **Les bureaux d'achat étrangers :** Les missions de ces entités consistent à sélectionner les fournisseurs à même de répondre aux besoins des consommateurs du pays importateur.
- e) **La cession de licence :** C'est le fait pour l'entreprise de céder ses droits de propriété industrielle (cession de brevet) à un fabricant local.<sup>7</sup>

**1.2.3. L'exportation concertée :** elle consiste à former des partenariats avec d'autres sociétés de même nationalité ou de nationalités différentes. Elle permet de partager les risques, les charges, les ressources, le savoir-faire, les contacts et les activités. Toutefois, la maîtrise de la politique commerciale demeure partielle et les risques d'entraîner des problèmes de compréhension dus aux différences culturelles et linguistiques sont élevés.

- a) **Les groupements d'exportateurs :** Il s'agit d'association d'entreprises pour mettre en commun leur moyens d'exportation sur un ou plusieurs marchés.  
Exemple : Association Nationale des Expéditeurs et Exportateurs de Fruits et Légumes.
- b) **La franchise** le franchisage est la concession par le franchiseur à un franchisé, en contrepartie d'une redevance, du droit de se présenter sous sa raison sociale, d'utiliser les signes distinctifs comme la marque et de vendre les produits et les services qui y sont attachés. À l'étranger, la franchise permet de dupliquer un modèle éprouvé sur le marché domestique. Dans la création de réseaux importants, le recours à un master franchisé permet de contrôler un réseau important.
- c) **Le portage :** Appelée aussi piggy-back, cette formule consiste pour un exportateur déjà implanté à faire bénéficier une entreprise de ses services pour pénétrer le marché étranger visé.

---

<sup>7</sup> ALLIOUCHE (R), Cours de marketing international, (EHEC, Kolea, 2024).

**d) Les joint-ventures :** C'est une société créée en association avec un partenaire local. Son objet va de la prospection jusqu'au service-après-vente en passant par la production.

### **1.3 Les raisons d'exporter**

[Il est d'usage et légitime pour un dirigeant avant de se décider et d'engager des recherches, de prendre contact, de se poser ces questions :

Pourquoi intervenir à l'international et notamment exporter ?

Cette intervention sur les marchés étrangers résulte en fait le plus souvent de motifs divers et multiples qui se cumulent parfois, qu'il convient de toute hypothèse pour l'entreprise d'identifier :

- Une volonté de développement, de diversification et d'élargissement des marchés et des clients, de rentabilité (les marchés étrangers sont parfois plus profitables), de pérennisation des activités de l'entreprise ;
- D'une propension à mieux répondre naturellement à ces marchés extérieurs ;
- D'une nécessité vitale parfois face au marasme général des affaires, à une crise sectorielle, à un retournement de marché intérieur, à une réduction d'activités et des ventes, à l'arrivée sur le marché intérieur de concurrents plus efficaces qui répondent d'avantage aux attentes de la clientèle.]<sup>8</sup>

Dans le cas des hydrocarbures, nous constatons que l'exportation représente un levier stratégique majeur pour les pays producteurs. Elle leur permet de sécuriser leurs revenus, d'accroître leur compétitivité et de mieux résister aux fluctuations des prix mondiaux. En diversifiant nos débouchés, nous assurons une meilleure stabilité économique et consolidons notre présence sur le marché énergétique mondial.<sup>9 10</sup>

### **1.4 Les institutions encadrant l'exportation**

L'exportation ne se limite pas à une simple transaction commerciale entre vendeurs et acheteurs. Elle s'inscrit dans un cadre réglementé et soutenu par plusieurs institutions internationales, visant à garantir la stabilité financière, la compétitivité des échanges et le bon fonctionnement du commerce mondial.

#### **1.4.1 Les organismes mondiaux :**

Parmi les structures internationales ayant un rôle central dans la régulation du commerce mondial, l'Organisation des Nations unies (ONU) constitue le socle institutionnel d'où émanent plusieurs organismes spécialisés.

---

<sup>8</sup> Jean SLIWA : L'Import-Export, Edition du puits fleuri, Paris, 2015, p.7.

<sup>9</sup> L'Agence Nationale de Promotion du Commerce Extérieur (ALGEX), GUIDE PRATIQUE DE L'EXPORTATEUR ALGERIEN, rapport 2021.

<sup>10</sup> <https://www.cci-paris-idf.fr/fr/entreprises/croissance/developpement-international/demararer-export> (consulté le 02/03/2025 à 12h36)

#### **1.4.1.1 L'organisation originelle : l'ONU.**

L'Organisation des Nations unies (ONU) rassemble la plupart des grands organismes internationaux régissant l'ordre du monde. Plusieurs de ces organismes ont une activité liée et/ou réglementent une activité spécifique au sein du commerce international.

- a) **Le Fonds monétaire international (FMI) :** Créée par les accords de Bretton Woods en 1944 pour mettre en place un nouvel ordre monétaire, cette institution régit et défend la coopération monétaire internationale, l'expansion et l'accroissement équilibré du commerce international, la stabilité des taux de change. En apportant les fonds nécessaires aux États en difficulté, le FMI leur permet de continuer à vivre, en contrepartie d'efforts pour améliorer leurs comptes publics.
- b) **Le Groupe de la banque mondiale :** Il rassemble plusieurs institutions visant à promouvoir la mise en place d'un système commercial international ouvert, réglementé et prévisible. En son sein, on distingue :
  - La Banque mondiale (BIRD et IDA),
  - La Société financière internationale (IFC),
  - L'Agence multilatérale de garantie des investissements,
  - Le Centre international pour le règlement des différends relatifs aux investissements (CIRDI).

À travers ces institutions, le Groupe aide les pays à formuler et appliquer des politiques destinées à optimiser leur compétitivité dans le domaine du commerce des biens et des services. Ces politiques sont de quatre ordres : intégration commerciale, performance commerciale, facilitation des échanges et logistique.

#### **c) La Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (CNUCED) :**

Au Secrétariat de l'ONU, La CNUCED est responsable de toutes les activités relatives à la politique de concurrence. Elle s'attache à améliorer la compréhension de la nature du droit et de la politique de la concurrence et de sa contribution au développement. Elle crée un contexte propice au fonctionnement efficace des marchés. Elle s'acquitte de sa tâche au moyen de délibérations intergouvernementales, d'activités de renforcement des capacités, de conseils, de séminaires, d'ateliers et de conférences.<sup>11</sup>

#### **1.4.1.2 La Chambre de Commerce International (CCI)**

La CCI est l'organisation mondiale des entreprises. Elle est l'unique porte-parole reconnu de la communauté économique à s'exprimer au nom d'entreprises de tout secteur et de tous les pays du monde. La CCI a été fondée en 1919. Elle regroupe aujourd'hui plus de 6 millions de membres dans plus de 100 pays.<sup>12</sup>

Elle joue un rôle de leader dans l'élaboration des règles du commerce international et dans la diffusion de bonnes pratiques.

---

<sup>11</sup> ARZUMANYAN et autres, exporter, éditions Foucher, Paris, 2024, p.30.

<sup>12</sup> <https://iccwbo.org/privacy/> (consulté le 03/03/2025 à 09h54).

CCI s'est assigné l'objectif de servir le monde des affaires en favorisant les échanges et l'investissement, l'ouverture des marchés aux biens et services ainsi que la libre circulation des capitaux.

**1.4.1.3 L'Organisation mondiale du commerce (OMC).**

Créée par le Traité de Marrakech à l'issue de l'Uruguay round, l'Organisation mondiale du commerce (OMC ou WTO, World Trade Organisation), née en 1995, a pris la suite du GATT (General Agreement on Tariffs and Trade), dont les objectifs étaient de :

- Libéraliser le commerce afin d'atteindre le libre-échange,
- Supprimer les discriminations par l'application de la clause de « la nation la plus favorisée », clause suivant laquelle tout avantage accordé à un pays, doit être étendu à tous les autres Signataires de l'accord.

L'OMC est devenue une organisation très importante pour aménager les règles du commerce international. Aucun exportateur ne saurait l'ignorer. Elle administre le système mondial de règles commerciales et aide les pays en développement à améliorer leur capacité de commercer. C'est aussi une enceinte permettant à ses Membres de négocier des accords commerciaux et de régler les problèmes commerciaux qui les opposent.<sup>13 14</sup>

**Tableau I- 3: L'institutionnalisation du commerce mondial.**

<b>Organismes</b>	<b>Rôle</b>
<b>OMC ou WTO</b>	L'OMC a pour objectif de libéraliser le commerce en constituant un cadre pour la négociation des grands accords commerciaux, le règlement des différends, aide les états en développement et assure un lien avec tous les autres organismes internationaux.
<b>FMI</b>	Il assure la coopération monétaire Internationale, la stabilité des taux de change et apporte aide et conseil aux pays pauvres.
<b>Groupe banque Mondiale</b>	Le but de la banque mondiale est de lutter contre la pauvreté.
<b>CNUCED</b>	Il œuvre dans le sens d'un rééquilibrage des échanges mondiaux permettant d'intégrer les pays en développement.
<b>L'ONU</b>	L'ONU s'attache à défendre les droits de l'homme, à réduire la Pauvreté, œuvre pour la paix et mène par l'intermédiaire de ses Principaux organes.

**Source : GHISLANE(L), HUBERT (M) : Commerce International, Edition DUNOD, Paris, 2008, p.3.**

<sup>13</sup> [https://www.wto.org/french/thewto\\_f/whatis\\_f/what\\_we\\_do\\_f.htm](https://www.wto.org/french/thewto_f/whatis_f/what_we_do_f.htm) (consulté le 03/03/2025 à 10H05).

<sup>14</sup> ARZUMANYAN et autres, exporter, éditions Foucher, Paris, 2024, p.31.

Nous remarquons que ces institutions influencent directement le commerce des hydrocarbures. L'OMC favorise l'accès aux marchés, le FMI et la Banque Mondiale financent des projets énergétiques. Ainsi, elles contribuent à la fluidité des exportations et à l'intégration des entreprises comme Sonatrach dans le marché mondial.

## **Section 2 : L'exportation des hydrocarbures**

L'exportation des hydrocarbures exige une gestion précise et une maîtrise des aspects réglementaires, logistiques et commerciaux. Son efficacité est essentielle pour garantir la compétitivité des entreprises exportatrices, optimiser les coûts et assurer une intégration fluide aux marchés internationaux.

### **2.1 Qu'est-ce qu'un hydrocarbure ?**

Le terme « Hydrocarbures » est une appellation générique qui désigne le pétrole sous toutes ses formes (pétrole brut, le fuel-oil, les résidus d'hydrocarbures et les produits raffinés, « condensats », huiles minérales, gasoils et essences, etc.). Ils possèdent en conséquence une formule brute de type :  $C_nH_m$ , où n et m sont deux entiers naturels. Ils sont, selon les conditions de température et de pression, solides (paraffine), liquides (essences, pétrole, etc.) ou gazeux (méthane, butane, etc.). Les hydrocarbures peuvent aussi comprendre des atomes d'oxygène, d'azote et de soufre (Lefebvre, 1986) et des métaux à l'état de traces (nickel, vanadium, etc.) (Bastien Ventura et al., 2005).<sup>15</sup>

### **2.2 D'où viennent les hydrocarbures ?**

[Des matières organiques transformées : Les hydrocarbures (charbon, pétrole, gaz) proviennent de matières organiques déposées au sein de fins sédiments, au fond des mers et au large des côtes. Les débris d'une multitude de petits organismes marins, accumulés au sein de sables très fins et de boues argileuses, et conservés en l'absence d'oxygène (conditions dites « anoxiques »), deviennent des « roches-mères ». Celles-ci s'enfoncent très lentement dans le sol sous le poids des sédiments qui se déposent au-dessus d'elles.

Sous l'effet de la pression et de la température : Plus les roches-mères s'enfoncent, plus elles subissent une température et une pression élevées. La matière organique se transforme alors peu à peu en « pro-topétrole » ou kérogène, dont l'évolution dépend de ses conditions d'enfouissement. Ainsi, entre 2 000 à 3 000 mètres de profondeur, le kérogène va donner du pétrole (c'est la « fenêtre à huile »). Ce sera du gaz au-delà de 3 000 mètres (c'est la « fenêtre à gaz »)]<sup>16</sup>

Les hydrocarbures se trouvent sous la surface terrestre, à des profondeurs de plusieurs milliers de mètres, aussi bien dans le sol que sous les océans. Ils proviennent de la fossilisation de matières organiques animales et végétales (comme les algues et le plancton) sur des millions

<sup>15</sup> HASSAINE (Amina) : Biodégradation des Hydrocarbures (Pétrole brut et Kérosène) par la Microflore Microbienne des Eaux de la région de Skikda, Un diplôme de doctorat en Science, Université Badji Mokhtar Annaba, 2015/2016, p.22.

<sup>16</sup> PIERRE (René- Bauquie) : Parlons Gaz de Schiste, Edition Dagmar Rolf, Paris,2014, p.26.

d'années. On estime qu'il faut environ 60 millions d'années pour qu'ils se forment, ce qui explique leur rareté.

Ces ressources énergétiques existent sous trois états : solide, liquide et gazeux. Leur transformation suit un processus progressif selon la profondeur :

- À environ 2 000 mètres : Le kérogène, un état intermédiaire entre la matière organique et les combustibles fossiles, commence à produire des hydrocarbures.
- Entre 2 000 et 3 800 mètres : L'hydrocarbure se liquéfie pour donner naissance au pétrole. Plus la roche mère contient des matières organiques d'origine animale, plus la probabilité de formation de pétrole est élevée.
- Entre 3 800 et 5 000 mètres : Sous l'effet de la température et de la pression, le pétrole devient plus léger et se transforme en méthane (gaz naturel). Si la roche mère est riche en matière végétale, la formation de gaz est plus probable.<sup>17</sup>

D'après nos recherches, les hydrocarbures sont des ressources fossiles qui se forment sur des millions d'années, expliquant leur rareté et leur caractère non renouvelable. Situés à des milliers de mètres sous terre ou sous la mer, ils résultent de la transformation de matières organiques animales et végétales sous l'effet de la pression et de la température.

L'exploitation des hydrocarbures repose sur une chaîne complexe de transformation qui dépend de la profondeur :

- Entre 2 000 et 3 800 mètres : Formation du pétrole à partir du kérogène, un processus influencé par la nature de la matière organique.
- Au-delà de 3 800 mètres : Transformation du pétrole en gaz naturel sous l'effet de la chaleur et de la pression.

Cette différenciation explique pourquoi certaines régions sont plus riches en pétrole, tandis que d'autres possèdent davantage de gaz naturel.

### **2.3 Classification des hydrocarbures**

Les hydrocarbures sont des composés organiques formés de carbone et d'hydrogène. Ils sont classés selon deux critères principaux :

#### **2.3.1 Selon l'état physique**

- Hydrocarbures gazeux : Gaz naturel, méthane, propane.
- Hydrocarbures liquéfiés : Gaz naturel liquéfié, gaz de pétrole liquéfié.
- Hydrocarbures liquides : Pétrole brut, naphta, kérosène, essence, gasoil.
- Hydrocarbures solides : Bitume, sables bitumineux, hydrates de méthane.

#### **2.3.2 Classification par provenance**

##### **a) Hydrocarbures conventionnels**

Les hydrocarbures conventionnels désignent les réserves de pétrole et de gaz situées dans des formations géologiques perméables, permettant une extraction relativement facile

<sup>17</sup> <https://ekwateur.fr/blog/marche-de-l-energie/hydrocarbure/> (consulté le 03/03/2025 à 13h05).

grâce à des méthodes traditionnelles, comme le forage vertical. Par exemple, le pétrole brut extrait en Arabie Saoudite et le gaz naturel en Algérie sont des hydrocarbures conventionnels, car ils proviennent de réservoirs naturellement pressurisés facilitant leur exploitation.

**b) Hydrocarbures non conventionnels**

Les hydrocarbures non conventionnels se trouvent dans des formations géologiques peu perméables, comme les schistes, les sables bitumineux ou les gisements de gaz de houille. Leur extraction requiert des technologies avancées et coûteuses, telles que la fracturation hydraulique (fracking) ou le forage horizontal. Par exemple, le pétrole de schiste aux États-Unis, les sables bitumineux du Canada et le gaz de houille en Australie sont des hydrocarbures non conventionnels nécessitant des procédés spécifiques pour être exploités.

**Tableau I- 4: les hydrocarbures selon l'état physique**

<b>Catégorie</b>	<b>Type d'hydrocarbure</b>	<b>Définition</b>
<b>Hydrocarbures gazeux</b>	Gaz naturel	Un mélange d'hydrocarbures gazeux, principalement composé de méthane, extrait des sous-sols pour des usages énergétiques, tandis que le terme générique « gaz » peut désigner tout type de gaz.
	Méthane	Gaz sans couleur se composant de molécules de quatre atomes d'hydrogène et d'un atome de carbone. Le méthane est le constituant principal du gaz naturel, combustible d'origine fossile.
	Propane	Gaz naturel inflammable ou sous-produit de raffinage d'hydrocarbure (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ), vendu en bouteilles pour le chauffage, le travail des métaux. <sup>18</sup>
<b>Hydrocarbure liquéfié</b>	Gaz Naturel Liquéfiés	Le GNL (gaz naturel liquéfié) désigne le gaz naturel transformé sous forme liquide. Pour passer de l'état gazeux (son état initial lorsqu'il est extrait) à l'état liquide.
	Gaz de Pétrole Liquéfiés (GPL)	Le GPL regroupe le propane et le butane, deux gaz faciles à stocker car ils se liquéfient sous une faible pression. Ce sont des hydrocarbures simples, composés uniquement de carbone et d'hydrogène. Leur pression de liquéfaction est faible (1,5 à 7 bars), ce qui permet un transport et un stockage faciles, comme dans une bonbonne de gaz. <sup>19</sup>
<b>Hydrocarbures liquides</b>	Pétrole brut	[Tout simplement est un pétrole tel qu'il est lorsqu'il est extrait avant d'être raffiné, transformé. C'est un

<sup>18</sup> <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/propane> (consulté le 03/03/2025 à 14h).

<sup>19</sup> <https://www.connaissancesdesenergies.org/fiche-pedagogique/gaz-naturel> (consulté le 03/03/2025 à 14h12)

		mélange de pentanes et d'hydrocarbures plus lourds, généralement extraits de réservoirs géologiques.] <sup>20</sup>
	Naphta	[Le naphta est un mélange liquide d'hydrocarbures légers, c'est-à-dire de molécules constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène (en faible nombre). Il est principalement issu du raffinage du pétrole brut et sert de matière première à la pétrochimie.] <sup>21</sup>
	L'essence	L'essence est un carburant obtenu du raffinage du pétrole, utilisé surtout dans les moteurs à allumage commandé. Elle sert aussi comme solvant ou pour des usages industriels. On l'obtient par distillation, craquage, vapocraquage ou reformage. Il en existe plusieurs types, dont l'essence automobile et l'essence aviation. <sup>22</sup>
	Gasoil	Distillat du pétrole obtenu après le kérosène, utilisé pour la carburation du gaz à l'eau et pour l'alimentation des moteurs Diesel fixes ou mobiles <sup>23</sup>
	Kérosène	[Produit dérivé du pétrole servant de carburant pour moteurs d'avion à réaction. Également appelé carburacteur ou jet fuel. Il se distingue du fuel et de l'essence par sa viscosité et son pouvoir de lubrification des pièces mécaniques.] <sup>24</sup>

**Source :** élaboré par nos soins ; par adaptation.

Les hydrocarbures se présentent sous différentes formes : gazeux, liquides et solides, chacun ayant des usages spécifiques. Sonatrach, en tant que principal producteur et exportateur algérien, joue un rôle clé dans la commercialisation de ces ressources. L'entreprise exporte non seulement du pétrole brut, mais aussi des produits raffinés comme le naphta, l'essence sans plomb, le gasoil et le kérosène. Elle est également un acteur majeur dans l'exportation de GNL (Gaz Naturel Liquéfié) et de GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié), contribuant ainsi à l'approvisionnement énergétique mondial. Ces informations proviennent de mon stage chez Sonatrach.

<sup>20</sup> <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/brut-petrole> (consulté le 03/03/2025 à 14h30)

<sup>21</sup> <https://www.connaissancedesenergies.org/questions-et-reponses-energies/quest-ce-que-le-naphta> (consulté le 03/03/2025 à 14h40)

<sup>22</sup> <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/1198723/essence> (consulté le 03/03/2025 à 15h19)

<sup>23</sup> <https://cnrtl.fr/definition/gas-oil> (consulté le 03/03/2025 à 15h25)

<sup>24</sup> [https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire\\_environnement/definition/kerosene.php4](https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/kerosene.php4) (consulté le 03/03/2025 à 15h40)

## 2.4 Spécificités des hydrocarbures dans le commerce international

Les hydrocarbures occupent une place centrale dans le commerce international en raison de leur rôle stratégique dans l'approvisionnement énergétique mondial, leur forte valeur ajoutée et leur impact déterminant sur les relations économiques et géopolitiques entre États

### 2.4.1 Rôle des hydrocarbures dans l'économie mondiale et en Algérie

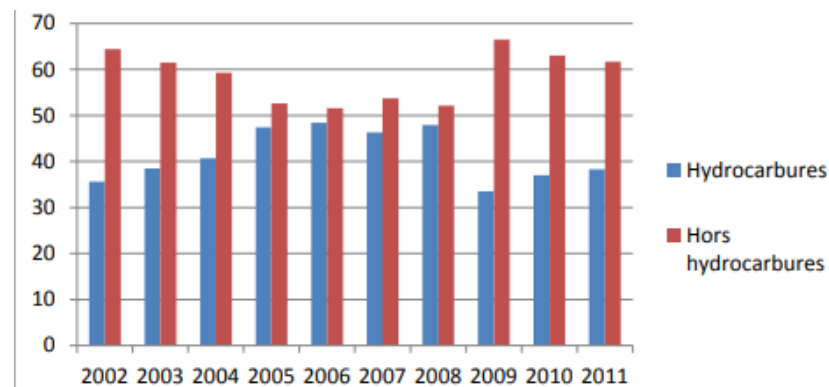
Le tableau ci-dessous synthétise le rôle stratégique des hydrocarbures dans l'économie mondiale et leur poids déterminant dans l'économie algérienne.

**Tableau I- 5: Rôle des hydrocarbures à l'échelle mondiale et en Algérie**

<b>Dimensions</b>	<b>À l'échelle mondiale</b>	<b>En Algérie</b>
<b>Rôle énergétique</b>	Principale source d'énergie pour les secteurs industriels, le transport et la production d'électricité.	Ressource stratégique assurant la quasi-totalité de l'approvisionnement énergétique national.
<b>Poids économique</b>	Génère des revenus substantiels pour les pays producteurs ; moteur de la croissance mondiale.	Représente plus de 90 % des exportations et plus de 60 % des recettes budgétaires (fiscalité pétrolière).
<b>Effets de la volatilité des prix</b>	Affecte directement la stabilité économique mondiale (inflation, commerce, croissance).	Impacte la stabilité macroéconomique et budgétaire (baisse des devises, ralentissement des investissements publics).
<b>Enjeux géopolitiques</b>	Instrument de pouvoir dans les relations internationales et levier stratégique pour les pays exportateurs.	Outil de diplomatie énergétique, notamment dans les relations avec l'Europe et d'autres partenaires importateurs.
<b>Attractivité pour les investissements</b>	Secteur fortement attractif pour les investissements directs étrangers (IDE) et les technologies avancées.	Source principale de financement pour les infrastructures, les services publics et les projets de développement.
<b>Impact sur le développement</b>	Stimule la mondialisation via les flux commerciaux et les échanges interétatiques.	Facteur clé du développement postindépendance, mais frein à la diversification du tissu économique national.
<b>Contribution au PIB et à l'emploi</b>	Contribue indirectement à la croissance via les chaînes de valeur industrielles.	Part importante du PIB ; génère de l'emploi dans les secteurs pétroliers et parapétroliers.
<b>Fonction budgétaire et monétaire</b>	Influence les politiques économiques des États producteurs.	Alimente le budget de l'État, soutient la liquidité bancaire et oriente les politiques monétaires.

**Source :** BOUZIANE(S) : Maghreb et Moyen-Orient dans la mondialisation, Edition Armand Colin, Paris, 2010, p.76

Figure I- 1: Contribution des hydrocarbures dans le PIB (%)



**Source :** Refafa (Brahim), Ramli (Mohamed) : Le Rôle des Hydrocarbures sur la Croissance Economique en Algérie, Revue de Financement, d'Investissement et de Développement Durable, n°30, 2018, p.185.

Ce graphique compare les exportations d'hydrocarbures et hors hydrocarbures entre 2002 et 2011. Il montre que la part des hydrocarbures (en bleu) est restée relativement stable au fil des années, tandis que les exportations hors hydrocarbures (en rouge) sont toujours plus élevées, dépassant systématiquement celles des hydrocarbures. Cela met en évidence la dépendance de l'économie aux exportations non pétrolières et souligne le rôle secondaire des hydrocarbures dans cette période.

## 2.4.2 Les Principaux pays exportateurs et importateurs

Les échanges internationaux d'hydrocarbures sont dominés par quelques grandes puissances exportatrices et importatrices, dont les stratégies influencent directement l'économie mondiale et les marchés de l'énergie. D'un côté, les pays exportateurs, principalement riches en ressources naturelles, tirent profit de leurs réserves pour assurer leur croissance économique. De l'autre, les pays importateurs, fortement dépendants de ces ressources, adaptent leurs politiques énergétiques en fonction des fluctuations du marché et des enjeux géopolitiques.

### 2.4.2.1 Le pétrole

La carte suivante illustre la répartition géographique des principaux pays exportateurs de pétrole, mettant en évidence les acteurs majeurs dont les volumes d'exportation influencent directement les dynamiques du marché mondial.

**Figure I- 2: les principaux pays exportateurs du pétrole.**

Arabie Saoudite	349	Irak	184
Russie	241	Émirats Arabes Unis	171
Canada	207	Koweït	81
États-Unis	185		

**Source:** Energy Institute Statistical Review of World Energy,2023.

Le tableau révèle une forte concentration des exportations mondiales de pétrole entre quelques grands producteurs. L'Arabie Saoudite domine largement, suivie par la Russie, le Canada et les États-Unis. Les pays du Moyen-Orient (Irak, Émirats Arabes Unis, Koweït) confirment leur rôle stratégique. Cette configuration reflète une dépendance structurelle du marché mondial vis-à-vis de ces acteurs-clés, renforçant les enjeux géopolitiques et énergétiques globaux.

**Figure I- 3: Principaux pays importateurs du pétrole**

Chine	564	Pays Bas	86
États-Unis	370	Allemagne	72
Inde	240	Thaïlande	58
Corée du Sud	134	Royaume Uni	50
Japon	125	France	48

**Source:** Energy Institute Statistical Review of World Energy,2023.

La Chine, les États-Unis et l'Inde dominent les importations mondiales de pétrole, traduisant leur forte demande énergétique. L'Asie orientale (Corée du Sud, Japon, Thaïlande) et plusieurs pays européens (Pays-Bas, Allemagne, France) confirment leur dépendance structurelle au pétrole, avec des implications majeures sur leur sécurité énergétique et leurs choix stratégiques.

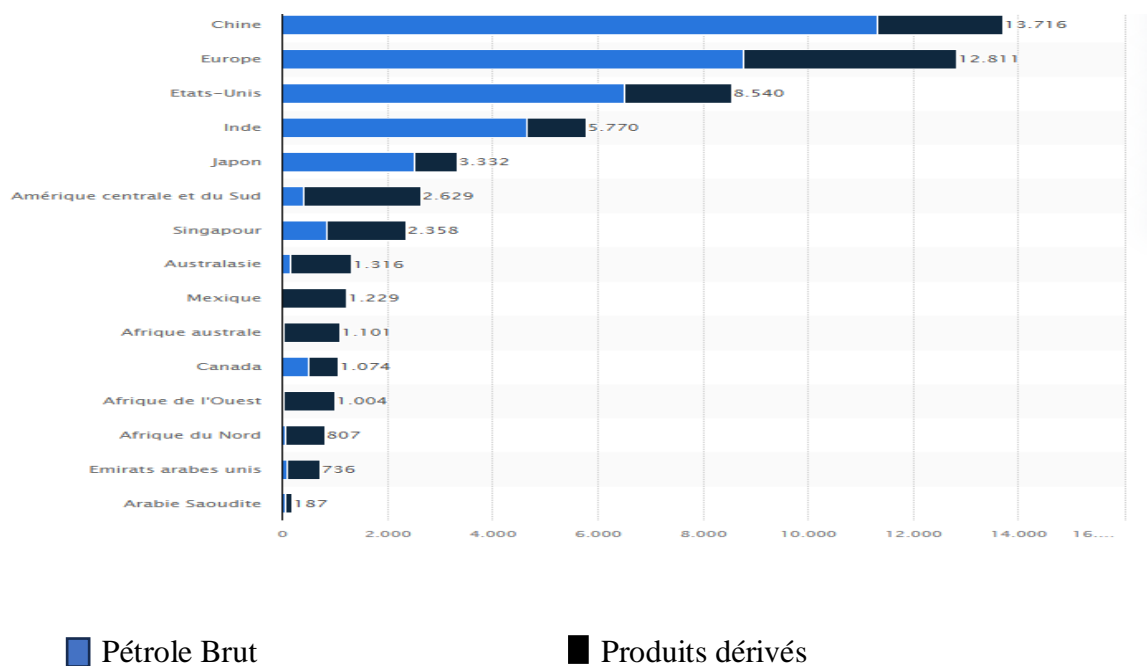
- D'où vient le pétrole consommé en France ?

Les importations françaises de pétrole brut proviennent de plusieurs régions du monde, avec une répartition géographique diversifiée :

- États-Unis : 15 %
- Kazakhstan : 14 %
- Nigéria : 10 %
- Algérie : 9 %
- Russie : 5 %
- Angola : 4,5 %<sup>25</sup>

L'Algérie, via Sonatrach, joue un rôle clé dans l'approvisionnement énergétique de la France. Grâce à ses vastes réserves et son expertise dans l'exportation de pétrole et de gaz, Sonatrach contribue de manière significative à la sécurité énergétique française

**Figure I- 4: Classement des importateurs mondiaux de pétrole en 2023 (en milliers)**



Source : <https://fr.statista.com/statistiques/559923/classement-des-importateurs-de-petrole-dans-le-monde/> (consulté le 04/03/2025 à 23h39).

[Cette statistique présente les importateurs de pétrole mondiaux dans un classement pour 2023. En 2023, La Chine a importé plus de pétrole et de produits dérivés que toute autre région du monde, soit environ 13,8 millions de barils par jour. « L'Europe » suivait de près en tant que deuxième importateur, avec 12,8 millions de barils quotidiens.]<sup>26</sup>

<sup>25</sup> <https://ekwateur.fr/blog/enjeux-environnementaux/pays-producteurs-petrole/> (consulté le 04/03/2025 à 23h24)

<sup>26</sup> <https://fr.statista.com/statistiques/559923/classement-des-importateurs-de-petrole-dans-le-monde/> (consulté le 04/03/2025 à 23h39).

Selon l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), et les importations nettes de pétrole en 2021 étaient réparties comme suit :

**Tableau I- 6 : Principaux pays importateurs de pétrole**

Selon l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), et les importations nettes de pétrole en 2021 étaient réparties comme suit :

Région/Pays	Importations (en Mt)	Caractéristiques principales
<b>Chine</b>	<b>505</b>	Premier importateur mondial, forte demande industrielle et infrastructure croissante
<b>Inde</b>	<b>227</b>	Économie en expansion, dépendance énergétique élevée
<b>Japon</b>	<b>149</b>	Importations nécessaires pour compenser l'absence de ressources locales
<b>Corée du Sud</b>	<b>145</b>	Fortement industrialisée, dépendance élevée aux énergies fossiles
<b>États-Unis</b>	<b>202</b>	Grand producteur mais aussi importateur pour diversifier l'approvisionnement
<b>Allemagne</b>	<b>86</b>	Puissance économique dépendante des importations pétrolières
<b>Espagne</b>	<b>66</b>	Dépendante des importations, notamment d'Afrique du Nord
<b>Italie</b>	<b>65</b>	Besoins énergétiques élevés, importations depuis le bassin méditerranéen

**Source :** élaboré par nos soins, par adaptation.

#### 2.4.2.2 LE GAZ

**Tableau I- 7: Classement mondial des exportateurs de gaz naturel en 2023.**

Rang	Pays	Volume total exporté (mds m <sup>3</sup> )
<b>1</b>	Russie	139
<b>2</b>	Qatar	128
<b>3</b>	États-Unis	127
<b>4</b>	Norvège	120
<b>5</b>	Australie	110
<b>6</b>	Canada	53
<b>7</b>	Algérie	52

**Source :** Global Gas Report 2024<sup>27</sup>

En 2023, la Russie a été le premier exportateur mondial de gaz avec 139 milliards de m<sup>3</sup>, suivie du Qatar et des États-Unis. L'Algérie, occupant la 7<sup>e</sup> place, a exporté 52 milliards de m<sup>3</sup>, répartis entre 18 milliards de m<sup>3</sup> de GNL et 34 milliards de m<sup>3</sup> par gazoduc.

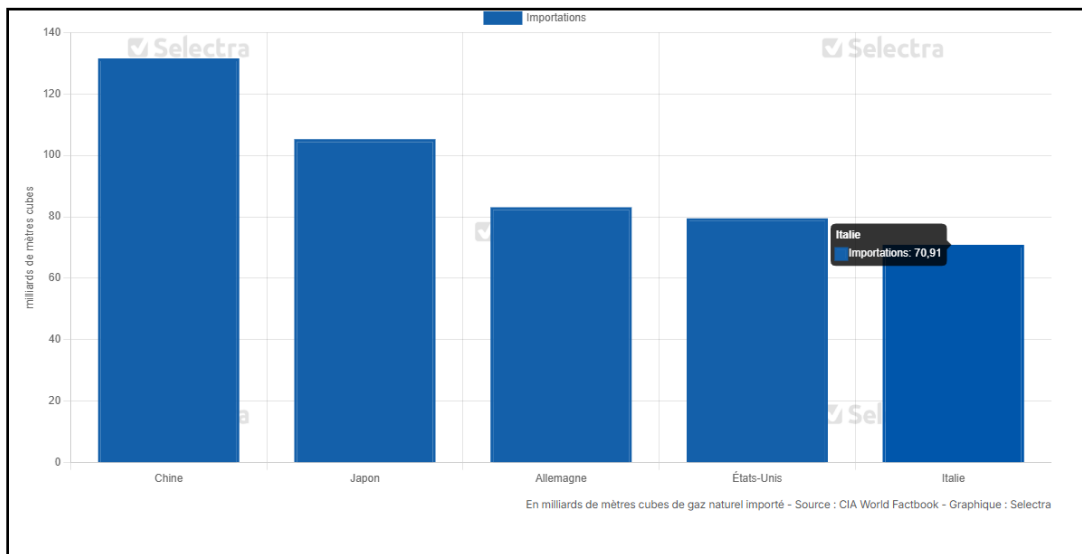
<sup>27</sup><https://news.radioalgerie.dz/fr/node/51116#:~:text=Le%20rapport%20d%C3%A9voile%20%C3%A9galement%20le,premi%C3%A8res%20places%20de%20ce%20classement.> (Consulté le 08/03/2025 à 18h)

Cette performance souligne l'importance stratégique de l'Algérie sur le marché du gaz naturel, grâce à une capacité d'exportation diversifiée qui lui permet de répondre efficacement à la demande mondiale.

• **Quels sont les principaux pays importateurs de gaz naturel ?**

Il existe de nombreux pays en demande de gaz naturel dans le monde, à qui exportent les pays mentionnés plus haut. Les principaux pays importateurs de gaz naturel dans le monde peuvent être observés ci-dessous

**Figure I- 5: classement des principaux pays importateurs de gaz naturel en 2020**



**Source : CIA World Factbook, 2020.<sup>28</sup>**

Le graphique met en évidence les principaux importateurs mondiaux de gaz naturel en 2023. La Chine arrive en tête avec un volume d'importation dépassant 130 milliards de m<sup>3</sup>, confirmant sa forte dépendance aux importations pour répondre à sa demande énergétique croissante. Le Japon et l'Allemagne occupent respectivement la deuxième et troisième place, reflétant leur besoin en gaz naturel pour l'industrie et la production d'électricité. Les États-Unis et l'Italie ferment ce classement avec des importations avoisinant les 70 milliards de m<sup>3</sup>.

**Tableau I- 8 : Classement des 3 principaux pays importateurs de gaz naturel en 2023.**

Rang	Pays	Volume total importé (mds m <sup>3</sup> )
1	Chine	160
2	Japon	91
3	Allemagne	77

**Source : Global Gas Report 2024.**

En 2023, la Chine a été le premier importateur de gaz naturel avec 160 milliards de m<sup>3</sup>, suivie du Japon (91 milliards de m<sup>3</sup>) et de l'Allemagne (77 milliards de m<sup>3</sup>).

<sup>28</sup> <https://selectra.info/energie/guides/comprendre/gaz/production> (consulté le 08/03/2025 à 18h06)

- Augmentation de la demande en Asie : La consommation continue de croître, surtout en Chine, où les importations devraient encore augmenter en 2024.
- Baisse de la demande en Europe : La consommation a diminué en raison d'une demande plus faible dans l'industrie et la production d'électricité.

**Tableau I- 9 : Classement des principaux importateurs de GNL algérien en 2024.**

Région	Pays	Volume importé (millions de tonnes)	Observation
Union européenne	Italie	1,39	Forte dépendance aux importations énergétiques
	Espagne	1,66	Marché historique pour le gaz algérien
	France	3,26	Un des principaux partenaires européens
Asie	Chine	0,31	
Moyen-Orient & Méditerranée	Turquie	4,05	Premier importateur de GNL algérien

Source : Algérie presse service, Publier 02/03/2024.

L'Algérie renforce sa position de fournisseur clé de GNL, avec une concentration de ses exportations vers l'Europe. La Turquie et la France restent les principaux clients, tandis que l'Italie et l'Espagne maintiennent des volumes significatifs.

Sonatrach est aussi fournisseur de gaz naturel, de GNL et de GPL notamment pour les pays suivants : Portugal ; Royaume-Uni ; Slovénie.

### 2.5 Evolution des hydrocarbures en Algérie

L'évolution du secteur des hydrocarbures en Algérie reflète son rôle stratégique dans l'économie nationale, marqué par des fluctuations de production, des réformes structurelles et des efforts d'adaptation aux dynamiques du marché international.

**Tableau I- 10: Indicateurs Clés des Exportations d'Hydrocarbures en Algérie**

Indicateurs	Valeur 2022	Valeur 2023	Evolution (%)
Production commercialisée des hydrocarbures	164 millions TEP	170 millions TEP	+3, 3%
Volume d'exportation d'hydrocarbures	93 millions TEP	97 millions TEP	+4%
Valeur des exportations	60 milliards USD	50 milliards USD	-16%
Prix moyen du baril de pétrole	104 USD	84USD	-19%

<b>Recettes fiscales pétrolières</b>	5546 milliards DA	5678 milliards USD	+2,4%
<b>Investissements dans le secteur des hydrocarbures</b>	8 milliards USD	9 milliards USD	+12,5%
<b>Objectif de production d'ici 2028</b>		207 millions TEP	

**Source :** Ministère de l'Énergie et des Mines, Conférence APN, 11 mars 2024.

L'année 2023 a marqué une augmentation notable des volumes d'hydrocarbures exportés, confirmant la place de l'Algérie comme acteur majeur du marché énergétique. Cette croissance est principalement due à l'entrée en production de nouveaux gisements et à l'augmentation de la capacité d'exportation de gaz naturel.

Cependant, la chute du prix moyen du baril de pétrole à 84 USD (-19%) a fortement impacté les recettes. Malgré une hausse des volumes exportés, les revenus ont reculé de 16%, mettant en évidence la vulnérabilité de l'Algérie aux fluctuations des prix mondiaux.

Face à cette situation, le gouvernement algérien a intensifié ses investissements dans le secteur pétrolier et gazier, atteignant 9 milliards USD en 2023 (+12,5%). L'objectif est d'augmenter la production à 207 millions TEP d'ici 2028 en développant de nouveaux champs pétroliers et en modernisant les infrastructures de raffinage et d'exportation.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> <https://www.aps.dz/economie/168171-hydrocarbures-hausse-de-3-3-de-la-production-commercialisee-et-de-4-des-exportations-en-2023> (consulté le 10/03/2025 à 9h51)

## **2.6 Les institutions intervenant dans l'exportation des hydrocarbures**

L'exportation des hydrocarbures est encadrée par diverses institutions internationales dont l'action vise à structurer les échanges, stabiliser les marchés et concilier les intérêts des pays producteurs et consommateurs. Parmi elles, l'OPEP et l'AIE occupent une place prépondérante.

### **2.6.1 L'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole (OPEP)**

[L'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) est une organisation intergouvernementale permanente, créée lors de la Conférence de Bagdad du 10 au 14 septembre 1960 par l'Iran, l'Iraq, le Koweït, l'Arabie saoudite et le Venezuela. Les cinq membres fondateurs ont été rejoints ultérieurement par : le Qatar (1961) a mis fin à son adhésion en janvier 2019 ; l'Indonésie (1962) a suspendu son adhésion en janvier 2009, l'a réactivée en janvier 2016, mais a décidé de la suspendre à nouveau en novembre 2016 ; la Libye (1962) ; les Émirats arabes unis (1967) ; l'Algérie (1969) ; le Nigéria (1971) ; l'Équateur (1973) a suspendu son adhésion en décembre 1992, l'a réactivée en octobre 2007, mais a décidé de se retirer à compter du 1er janvier 2020 ; l'Angola (2007) a retiré son adhésion à compter du 1er janvier 2024 ; Le Gabon (1975) a mis fin à son adhésion en janvier 1995 mais a réintégré l'OPEP en juillet 2016 ; la Guinée équatoriale (2017) ; et le Congo (2018). L'OPEP avait son siège à Genève, en Suisse, au cours des cinq premières années de son existence. Celui-ci a été transféré à Vienne, en Autriche, le 1er septembre 1965.]<sup>30</sup>

#### **• Quel est l'objectif de l'OPEP ?**

- Coordonner et harmoniser les politiques pétrolières des pays membres.
- Stabiliser les prix du pétrole pour éviter les fluctuations excessives du marché.
- Assurer des revenus équitables aux pays producteurs en régulant l'offre.
- Garantir un approvisionnement régulier, efficace et économique aux pays consommateurs.
- Offrir une rémunération juste aux investisseurs du secteur pétrolier.

### **2.6.2 L'agence internationale d'énergie**

L'Agence internationale de l'énergie (AIE), plus connue hors de France sous son acronyme anglais International Energy Agency (IEA) est une organisation intergouvernementale créée en 1974 entre 17 États membres de l'Organisation pour la Coopération et le Développement Économique (OCDE) qui regroupe les pays les plus industrialisés et à économie de marché.

#### **• Quel est le rôle de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) ?**

L'AIE joue un rôle central dans la coordination des politiques énergétiques et la sécurité de l'approvisionnement de ses pays membres. Ses principales missions sont :

- Garantir un approvisionnement stable en produits pétroliers en aidant les gouvernements à réagir efficacement aux crises et aux ruptures d'approvisionnement.

<sup>30</sup> [https://www.opec.org/opec\\_web/en/about\\_us/24.htm](https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/24.htm) (consulté le 10/03/2025 à 10h39)

- Représenter les intérêts des pays consommateurs en constituant un contreponds à l'OPEP sur la scène énergétique mondiale.
- Coordonner les politiques énergétiques des États membres en tenant compte de l'évolution du mix énergétique, incluant le gaz naturel, le charbon, le nucléaire et les énergies renouvelables.
- Promouvoir l'efficacité énergétique pour renforcer la sécurité énergétique à travers une meilleure gestion de la consommation.
- Orienter les décisions énergétiques selon quatre piliers fondamentaux : Sécurité énergétique, Développement économique, Protection de l'environnement, Engagement mondial
- Publier le "World Energy Outlook", un rapport annuel de référence sur l'état du secteur énergétique mondial.

### **2.6.3 L'Organisation Maritime Internationale (OMI)**

L'OMI est l'institution spécialisée des Nations Unies chargée d'assurer la sécurité et la sûreté des transports maritimes et de prévenir la pollution des mers et de l'atmosphère par les navires. Ses travaux soutiennent les ODD des Nations Unies.

En tant qu'institution spécialisée des Nations Unies, (OMI) établit des normes internationales pour veiller à la sécurité, à la sûreté et à la performance environnementale des transports maritimes. Le rôle principal de l'OMI est de créer un cadre réglementaire pour le secteur des transports maritimes qui soit juste et efficace, universellement adopté et universellement appliqué.

Le secteur des transports maritimes a véritablement un caractère international, et il ne peut être exploité efficacement que si les règles et les normes sont elles-mêmes approuvées, adoptées et mises en œuvre au niveau international. L'OMI est précisément l'instance au sein de laquelle se déroule ce processus.

**Le rôle de l'OMI est** de créer des conditions de concurrence équitables, de manière à ce que les exploitants de navires ne puissent pas résoudre leurs problèmes financiers en se contentant de rogner sur les coûts et en compromettant de ce fait la sécurité, la sûreté et la performance environnementale. Cette approche offre également l'occasion de promouvoir les innovations et l'efficacité.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> <https://www.imo.org/fr/About/Pages/Default.aspx> (consulté le 10/03/2025 à 11h12)

### Section 3 : Transport maritime des hydrocarbures

« *Qui tient la mer tient le commerce du monde, qui tient le commerce tient la richesse, qui tient la richesse du monde tient le monde lui-même.* » Cette citation de Walter Raleigh illustre parfaitement le rôle central du transport maritime dans l'économie mondiale. Depuis l'Antiquité, il permet de relier les continents et de transporter des marchandises en grande quantité à moindre coût. Grâce aux avancées technologiques, les navires sont devenus plus performants, assurant aujourd'hui plus de 80 % du commerce international. Ce mode de transport est particulièrement utilisé pour les hydrocarbures, les matières premières et les produits manufacturés. Son importance ne cesse de croître avec la mondialisation, faisant de lui un élément clé de l'économie mondiale.

#### 3.1 Définition du transport

Le transport correspond au procédé de déplacement d'un point A vers un point B.

Il existe plusieurs modes de transport utilisés : le transport routier (vélo, bus, voiture, camion...), **le transport maritime (navire)**, le transport fluvial (bateau), le transport ferroviaire (train) et le transport aérien (avion).

Pour déplacer les marchandises, il est fréquemment nécessaire de regrouper ces différents modes de transport. On parle alors de transport multimodal.

Le transport est un service ou moyen qui permet de déplacer d'objets, de marchandises, ou d'individus d'un endroit à un autre.<sup>32</sup>

#### • Les modes de transport

Le choix du mode de transport est une décision stratégique influencée par plusieurs critères, notamment le type de marchandise, le coût, la rapidité et la fiabilité. Il existe plusieurs modes de transport, chacun ayant ses avantages et inconvénients en fonction des besoins logistiques des entreprises.

Les principaux modes de transport utilisés pour le commerce international et la distribution des marchandises sont :

- Le transport routier : Flexible et adapté aux courtes distances.
- Le transport ferroviaire : Efficace pour les longues distances avec des volumes importants.
- Le transport fluvial : Économique mais plus lent.
- Le transport maritime : Essentiel pour le commerce international, notamment pour les hydrocarbures.
- Le transport aérien : Rapide mais coûteux, réservé aux produits de haute valeur ajoutée.

---

<sup>32</sup> Aouad R., 3ème Ingénierie de la Maintenance des Moyens de Transport, Chapitre 04, p. 2.

**Figure I- 6: Analyse du choix de la solution transport en termes de modes**

	Route	Fer	Fluvial	Maritime	Aérien
Marchandises	Tous types de marchandises	Tous types de marchandises Volumes importants	Pondéreux et conteneurs	Volumes importants Conteneurs Hydrocarbures	Marchandises à forte valeur ajoutée
Parcours	Flexibilité Sécurité limitée (vol, accident, conditions météo contraignantes) Congestion routière Dégradation des routes	Sécurité Fiabilité horaire Risque de grève	Sécurité Fiabilité	Risque de mer Avarie Naufrage Piraterie Risque de grève	Sécurité optimale Risque de grève Conditions météo contraignantes Risque de grève
Délais	Compétitif sur une journée Perte de compétitivité et d'efficacité sur des distances supérieures à 1 000 km	Compétitif sur des distances supérieures à 600 km	Lenteur	Lenteur du trajet et délai de déchargement très long dans certains ports	Rapidité Accès compliqué à certains aéroports
Coûts	Prix très bas (concurrence très forte des pays de l'Est)	Peu élevés surtout rapportés à la tonne-km	Peu élevés	Tarifs pratiqués par les compagnies sont bas (guerre économique, massification des flux)	Prix très élevés Rapport Coût/VA à prendre en compte

**Source :** DUHAUTBOUT et autres : transporter, Édition FOUCHER, Paris,2020, p.29.

Chaque mode de transport présente des caractéristiques spécifiques influençant son utilisation selon le type de marchandise, le coût, les délais et les risques associés. « Le transport maritime » est particulièrement adapté à « l'exportation des hydrocarbures » en raison de sa capacité à acheminer de grands volumes à des coûts relativement compétitifs, bien que son principal inconvénient réside dans la lenteur du trajet et du déchargement.

### **3.2 Présentation de transport maritime des hydrocarbures**

Consiste à déplacer des marchandises ou des hommes pour l'essentiel par voie maritime, même si, occasionnellement le transporteur maritime peut prendre en charge le préacheminement ou post-acheminement (positionnement d'un conteneur chez le chargeur et son acheminement au port, par exemple).

#### **3.2.1 Historique du transport maritime**

Le transport maritime est l'un des plus anciens moyens de déplacement et d'échange utilisés par l'homme. À l'origine, les premiers navires étaient des radeaux en bois ou des pirogues permettant de se déplacer sur de courtes distances. Avec l'évolution des civilisations, notamment celle des Phéniciens, le commerce maritime s'est développé grâce à des navires plus robustes assurant des échanges en Méditerranée. Cette pratique fut ensuite adoptée et améliorée par les Grecs et les Romains, avant d'être reprise par les grandes puissances maritimes du Moyen Âge.

L'ère moderne du transport maritime a véritablement commencé avec l'introduction de la vapeur au XVIII<sup>e</sup> siècle et l'utilisation du fer dans la construction navale. Ces avancées ont permis d'accroître la taille et l'efficacité des navires. Après la Première Guerre mondiale, la propulsion turboélectrique a marqué un tournant dans l'industrie navale, et durant la Seconde

Guerre mondiale, l'usage de la soudure a remplacé les rivets, rendant les navires plus résistants et rapides à construire.

Au XXe siècle, le transport maritime est devenu un pilier de la mondialisation. La conteneurisation, introduite dans les années 1950, a révolutionné la logistique en facilitant le chargement et le déchargement des marchandises, réduisant ainsi les coûts et augmentant l'efficacité. Entre 1950 et 2008, le tonnage mondial transporté a été multiplié par sept, et le coût du transport a été réduit de façon significative, favorisant l'essor du commerce international.

Aujourd'hui, le transport maritime assure plus de 80 % des échanges mondiaux en volume. Il joue un rôle clé dans le commerce des matières premières (hydrocarbures, minerais, céréales) et des produits manufacturés. Avec les enjeux environnementaux et l'évolution technologique, l'industrie maritime tend à se moderniser, notamment avec des navires plus écologiques et l'utilisation du digital pour optimiser les routes et la gestion des flottes.<sup>33</sup>

**Tableau I- 11: Évolution du trafic maritime par type de cargaison en millions de tonnes.**

Année	Pétrole et produits pétroliers	Principaux vrac	Autres marchandises solides	Totales toutes de marchandises
1970	1442	448	676	2566
1980	1871	796	1037	3704
1990	1755	968	1285	4008
2000	2163	1288	2533	5894
2010	2752	2333	3323	8408
2011	2794	2486	3505	8784
2012	2841	2742	3614	9197
2013	2844	2920	3784	9548

Source : MIANI(P), VENTURELLI(N) : TRANSPORT LOGISTIQUE, Edition Le Génie, France,2017, p.2.

Le tableau ci-dessus illustre l'évolution du trafic maritime des hydrocarbures au fil des décennies. Nous constatons une augmentation significative du volume de pétrole et de produits pétroliers transportés, passant de 1442 millions de tonnes en 1970 à 2844 millions de tonnes en 2013. Cette hausse reflète la croissance constante de la demande énergétique mondiale et la place essentielle du transport maritime dans l'exportation des hydrocarbures.

### 3.2.2 Rôle du transport maritime dans l'exportation des hydrocarbures

Le transport maritime joue un rôle fondamental dans le commerce international, assurant 75 % du volume des échanges mondiaux et 90 % du trafic de marchandises. Grâce à sa capacité à transporter des volumes massifs à des coûts réduits, il est devenu le mode privilégié pour l'exportation des matières premières, notamment les hydrocarbures.

<sup>33</sup> REDJOUL (Y), GOURGOURARENE(A) : L'impact de consignation maritime sur le développement du commerce international Cas : Traitement d'une escale de navire au sein de L'agence NASHCO d'Alger, diplôme de Master en Sciences Commerciales, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZOU, 2017/2018, p.43.

En effet, le pétrole brut, le gaz naturel liquéfié (GNL) et les produits raffinés sont principalement acheminés par voie maritime à l'aide de pétroliers et de méthaniers, reliant ainsi les pays producteurs aux marchés mondiaux. L'Algérie, en tant que fournisseur stratégique d'hydrocarbures, dépend largement de ce mode de transport pour assurer ses exportations vers l'Europe, l'Asie et d'autres régions. Avec plus de 95 % de son commerce extérieur réalisé par voie maritime, elle s'appuie sur des infrastructures portuaires clés comme Arzew, Skikda et Béjaïa, qui sont spécialisées dans le chargement des navires transportant du pétrole et du GNL.

Le transport maritime facilite non seulement l'acheminement des hydrocarbures, mais aussi la compétitivité des exportateurs en réduisant les coûts logistiques et en assurant une continuité d'approvisionnement aux pays importateurs. Pour garantir l'efficacité des opérations, plusieurs acteurs interviennent dans la chaîne logistique, notamment les consignataires, transitaires et commissionnaires, qui optimisent la gestion des flux et minimisent les coûts supplémentaires.

Dans un contexte de mondialisation et de transition énergétique, le transport maritime demeure un levier stratégique pour les exportations d'hydrocarbures, permettant aux pays producteurs de renforcer leur présence sur le marché mondial. Sa capacité de massification, son rôle dans la sécurisation des approvisionnements et son importance économique en font un élément clé du commerce international et de la croissance des pays exportateurs d'énergie.<sup>34</sup>

### **3.2.3 Les différents acteurs du transport maritime**

Le transport maritime implique une diversité d'acteurs, chacun jouant un rôle clé dans la chaîne logistique, de la planification des itinéraires à la livraison finale de la cargaison.

#### **3.2.3.1 Les acteurs de la navigation maritime**

- a) **Le capitaine** : C'est le responsable légal du navire et de sa cargaison. Représentant de l'armateur, il assure la navigation, la sécurité, la tenue des registres administratifs et l'application des règles à bord. Il exerce également des fonctions judiciaires, disciplinaires, d'état civil et ministérielles. Présent lors des manœuvres délicates, il est assisté par l'équipage dans l'ensemble de ses missions.
- b) **L'équipage** : se compose de marins, répartis entre le service du pont et celui de la machine, ainsi que d'agents du service général, tels que l'intendant, le cuisinier et le médecin.

#### **3.2.3.2 Les intervenants de transport maritime**

Le transport maritime repose sur un écosystème complexe d'intervenants, chacun jouant un rôle essentiel dans la fluidité et l'efficacité des échanges internationaux. Des armateurs aux affréteurs, en passant par les autorités portuaires, les courtiers maritimes, ces acteurs collaborent pour assurer une gestion optimale des flux de marchandises, tout en s'adaptant aux enjeux économiques, logistiques et environnementaux.

---

<sup>34</sup> BOUICH(F) : Le rôle du transport maritime dans commerce international : « Analyse comparative entre le port d'Alger en Algérie et le port de Marseille en France », diplôme de Master en Logistique et transport international, Université Abd El Hamid Ibn Badis Mostaganem, 2021/2022, p.8.

**a) Les parties prenantes**

Les parties prenantes du transport maritime jouent chacune un rôle stratégique dans la chaîne logistique globale. Leur coordination est essentielle pour assurer la fluidité des opérations, de la planification à l'acheminement des marchandises.

**Tableau I- 12 : les intervenants de transport maritime « Les parties prenantes »**

<b>Intervenant</b>	<b>Rôle et responsabilité</b>
<b>Propriétaire</b>	Possède le navire, soit individuellement, soit en copropriété avec d'autres personnes
<b>Armateur</b>	Assure l'armement du navire et veille à son bon fonctionnement. Responsable de l'entretien, de l'équipage, des fluides et matériels nécessaires à la navigation. Aujourd'hui, les armateurs privés sont rares, remplacés par de grandes compagnies maritimes.
<b>Affréteur</b>	Loue un navire ou une partie de ses capacités via un contrat d'affrètement pour ses besoins de transport.
<b>Chargeur</b>	Client du transporteur maritime, détient le fret à expédier. Il peut être l'expéditeur direct, un commissionnaire de transport ou un transitaire agissant pour l'expéditeur.

Source : MIANI(P), VENTURELLI(N) : TRANSPORT LOGISTIQUE, Edition Le Génie, France,2017, p.17.

**b) Les acteurs commerciaux du transport maritime**

Après les parties prenantes techniques du transport maritime, les acteurs commerciaux assurent la gestion contractuelle, administrative et logistique des opérations.

**Tableau I- 13: les intervenants de transport maritime « Les acteurs commerciaux »**

<b>Les intervenants</b>	<b>Rôle et responsabilités</b>
<b>Cosignataire de navire (ou le coque)</b>	Mandataire de l'armateur, il prend en charge la cargaison lors des opérations de livraison et facilite l'acheminement des marchandises en raison des délais portuaires réduits.
<b>Agent maritime</b>	Aussi appelé consignataire de la cargaison, il agit pour le compte de l'armateur en gérant l'équipement du navire, le recrutement de l'équipage et la réception des marchandises.
<b>Courtier maritime (shipbroker)</b>	Intermédiaire entre entreprises, il facilite l'achat, la vente ou l'affrètement des navires et assiste ses clients dans les négociations et la rédaction des contrats.
<b>Transitaire portuaire</b>	Assure l'intermédiation entre transporteurs et clients en organisant le transport multimodal, la gestion douanière et le stockage temporaire des marchandises.
<b>Représentant en douane enregistré (RDE)</b>	Responsable des formalités douanières, il agit en représentation directe (au nom du client) ou indirecte (en son propre nom mais pour le compte du client).

Source : MIANI(P), VENTURELLI(N) : TRANSPORT LOGISTIQUE, Edition Le Génie, France,2017, p.19.

Le transport maritime des hydrocarbures repose sur plusieurs acteurs clés assurant le bon déroulement des opérations. Le propriétaire du navire détient le bâtiment, tandis que l'armateur en assure l'exploitation et l'entretien. L'affrèteur loue la capacité du navire pour transporter la cargaison, et le chargeur organise l'expédition des marchandises. D'autres intermédiaires, comme les agents maritimes, les consignataires de navire et les courtiers maritimes, facilitent la gestion administrative et commerciale du transport. Enfin, les acteurs logistiques tels que le transitaire portuaire et le représentant en douane interviennent dans la manutention et les formalités douanières pour assurer un acheminement fluide des hydrocarbures vers leur destination finale.

### **3.3 Les moyens de transport maritime**

Les moyens de transport maritime jouent un rôle essentiel dans le commerce international en assurant l'acheminement des marchandises à travers le monde. Ils englobent principalement les navires, adaptés aux différents types de cargaisons, et les infrastructures portuaires, qui facilitent le chargement, le déchargement et la logistique maritime. Leur efficacité et leur modernisation contribuent directement à l'optimisation des échanges commerciaux et à la réduction des coûts de transport.

#### **3.3.1 Les navires**

- **Qu'entendons-nous par un navire ?**

[Le Littré définit un navire comme un « bâtiment qui sert à naviguer sur mer ». Le navire est donc un moyen de transport pourvu d'un système de propulsion autonome destiné à la navigation maritime.]<sup>35</sup>

[Le navire est un engin pourvu d'un système de propulsion autonome destiné à la navigation maritime (et non fluviale), c'est-à-dire à une navigation dans des eaux où il peut rencontrer les dangers particuliers à la mer.]<sup>36</sup>

Selon leur fonction et leur cargaison, les navires se déclinent en plusieurs catégories :

- **Les pétroliers** : Transportent du pétrole brut. Ils sont construits avec un double fond et une double coque pour des raisons de sécurité, conformément à la convention MARPOL. Leur chargement et déchargement se font à l'aide de pompes.
- **Les minéraliers** : Conçus pour transporter des produits raffinés (essence, gazole, kérosène...). Ils disposent généralement de plusieurs cuves indépendantes et utilisent des pompes immergées pour la manutention des produits.
- **Les chimiquiers** : Transportent des substances chimiques souvent dangereuses. Ils possèdent plusieurs cuves en acier inoxydable adaptées aux différentes cargaisons.
- **Les gaziers** : Incluent les méthaniers (GNL) et les transporteurs de GPL, destinés au gaz naturel liquéfié et au gaz de pétrole liquéfié (butane, propane).<sup>37</sup>

<sup>35</sup> Venturelli(N), Hugo(P) : transport maritime, Édition le Génie Editeur, paris, 2018, p.7.

<sup>36</sup> MIANI(P), VENTURELLI(N) : TRANSPORT LOGISTIQUE, Edition Le Génie, France,2017, p.102.

<sup>37</sup> Venturelli(N), Hugo(P) : opcit.p.10.

### 3.3.2 Les types de navires

Le transport maritime des hydrocarbures repose sur une flotte variée de navires spécialisés. Ceux-ci se classent principalement selon leur taille et le type de produit transporté, afin de répondre aux exigences logistiques et sécuritaires du commerce international.

#### 3.3.2.1 Classification selon la taille

Les navires peuvent être classés selon leur taille en différentes catégories, allant des petits caboteurs aux grands pétroliers et porte-conteneurs, en fonction de leur capacité de charge et de leur tirant d'eau.

**Tableau I- 14 : types de navires selon la taille**

Catégorie	Types de navires	Capacité(tpl)	Particularités
<b>Small tankers</b>	1. HANDY SIZE 2. HANDY MAX	1. 10 000 – 30 000 tpl 2. 30 000 – 50 000 tpl	Adaptés aux petits ports, distribution régionale, flexibles et économiques.
<b>Medium tankers</b>	1. Panamax 2. New Panamax 3. Over Panamax 4. Aframax	1. 50 000 – 80 000 tpl Jusqu'à 5000 EVP 2. Jusqu'à 155 000 tpl Jusqu'à 14 000 EVP 3. 80 000 – 100 000 tpl 4. 80000-125000tpl	Routes moyennes, adaptés aux canaux élargis (ex : Panama), bon compromis entre capacité et coût.
<b>Large tankers</b>	1. Capesize 2. Suezmax	1. 100 000 – 160 000 tpl 2. 125 000 – 160 000 tpl	Rentables sur longues distances, Suezmax adapté au canal de Suez, Capesize contourne les continents.
<b>Very large tankers</b>	VLCC (Very Large Crude Carrier)	> 160 000 tpl	Très économiques en coût/tonne, nécessitent des ports et infrastructures spécifiques
<b>Ultra large tankers</b>	ULCC, VLOC : Ultra large Crude or Ore carrier	> 300 000 tpl	Réservés aux très grandes routes maritimes, peuvent être utilisés pour le stockage flottant

**Source :** Venturelli(N), Hugo(P) : transport maritime, Édition le Génie Editeur, paris, 2018, p.8.

Lors de notre stage, nous avons également appris qu'en plus de la classification par taille, certains pétroliers sont catégorisés selon leur portée et leur capacité de transport. Nous avons particulièrement étudié trois types de navires utilisés pour l'exportation de produits pétroliers :

- **MR (Medium Range) :** Avec une capacité entre 25 000 et 54 999 tpl, ces navires sont couramment utilisés pour le transport de produits raffinés comme l'essence, le diesel et le naphta. Leur flexibilité leur permet d'accéder à des ports plus petits et de s'adapter aux besoins régionaux (pour exporter du NAPHTA).
- **LR1 (Long Range 1) :** Ces navires, d'une capacité de 55 000 à 79 999 tpl, sont conçus pour transporter des volumes plus importants de produits raffinés ou de pétrole brut léger sur des routes intercontinentales. Ils sont souvent utilisés pour les échanges entre l'Europe et l'Asie.

- **LR2 (Long Range 2)** : Plus grands, avec une capacité comprise entre 80 000 et 159 999 tpl, ces navires sont privilégiés pour les longues distances, notamment pour le transport de grandes quantités de produits pétroliers raffinés ou bruts légers.

**Tableau I- 15: La relation entre navires et marchandises sur les marchés vraquiers et pétroliers (affectation dominante navire/marchandise)**

La taille et l'équipement des navires s'adaptent au mieux aux conditions nautiques des ports, aux routes maritimes suivies et au degré de massification inhérent à chaque marché

	Dénomination générique	Milliers TPL	Petits vracs, néo-vracs	Céréales Bauxite Phosphates...	Charbon Minerais	Chimie, Produits Pétroliers	Pétrole brut
<b>Vraquiers</b>	Handysize	10-30	×				
	Handymax	30-50	×	×			
	Panamax	50-80		×	×		
	Capesize	80-160			×		
	VLBC	>160			×		
<b>Pétroliers</b>	Medium range	30-50				×	
	Long range 1	50-80				×	
	Long range 2	80-125				×	
	Aframax	80-125					
	Suezmax	125-160					×
	VLCC	>160					×

**Source** : Guillotreau(P), mare economicum « Enjeux et avenir de la France maritime et littorale », Édition Presses universitaires de Rennes, France,2018, p.345.

### 3.3.2.2 Classification des pétroliers selon les hydrocarbures exportés

Selon les informations retenues de notre stage, il existe deux grandes catégories de produits pétroliers transportés par voie maritime :

**a) Les produits « Clean » (blanc)**

Les produits blancs désignent les hydrocarbures raffinés, qui ont déjà subi un traitement dans une raffinerie pour être utilisés directement ou transformés dans d'autres industries. Ils nécessitent un transport soigné pour éviter toute contamination.

Par exemple : Essence ; Diesel ; Kérosène ; Naphta ; condensat ; Gasoil.

**b) Les produits « Dirty » (noir)**

Les produits « Dirty » comprennent les hydrocarbures non raffinés ou lourds. Ils ne nécessitent pas un nettoyage strict entre chaque cargaison, car la contamination est moins problématique. Par exemple : Pétrole brut ; Mazout ; fuel oil lourd.

**Tableau I- 16: Classification des pétroliers selon le type d'hydrocarbures transportés**

Types de produits	Exemples de produits exportés	Types de navire utilisés
<b>Clean</b>	Naphta ; gasoil ; essence ; kérosène ; condensat	MR, LR1, LR2
<b>Dirty</b>	Pétrole brut ; mazout ; fuel oil lourd	Aframax, Suezmax, VLCC, ULCC

**Source :** Données et observations recueillies lors de notre stage dans la Division Transport de Sonatrach.

En stage, nous avons appris que cette distinction entre Clean et Dirty influence non seulement le choix du navire, mais aussi les itinéraires, les coûts logistiques et les protocoles de nettoyage des cuves.

### 3.3.3 Les ports maritimes

Pour mieux comprendre le rôle central des ports dans le commerce maritime, il convient tout d'abord de définir ce que recouvre la notion de port maritime.

#### 3.3.3.1 Qu'est-ce qu'un port maritime ?

Un port maritime est une infrastructure située sur le littoral qui est à la fois :

- Un espace de transit des marchandises entre la mer et la terre (il offre un plan d'eau abrité et aménagé en bassins bordés de quais<sup>1</sup> en vue de permettre aux navires d'effectuer leurs opérations de chargement et de déchargement).
- Un ensemble d'entreprises concentrées géographiquement, liées au traitement des navires et de la marchandise (il offre des installations permettant les multiples activités).<sup>38</sup>

Certains ports, bien qu'étant situés à l'intérieur des terres, sont considérés comme maritimes lorsqu'ils peuvent accueillir des navires de mer. C'est le cas, par exemple, du port d'Anvers sur l'Escaut ou de Rouen sur la Seine<sup>39</sup>

#### 3.3.3.2 Types des ports maritimes

Nous distinguons principalement quatre types de ports, chacun ayant une fonction spécifique dans le transport maritime.

- **Les ports de commerce :** jouent un rôle central dans les échanges internationaux en facilitant l'importation et l'exportation des marchandises. Grâce à la massification du transport maritime, ils permettent de réduire les coûts logistiques, ce qui explique que 90 % des échanges mondiaux en volume et 80 % en valeur transitent par ces infrastructures.
- **Les ports de pêche :** quant à eux, sont spécialisés dans le débarquement et la distribution des produits de la mer. Ils constituent un élément clé du secteur halieutique et participent

<sup>38</sup> Venturelli(N), Hugo(P) : transport maritime, Édition le Génie Editeur, paris, 2018, p.28.

<sup>39</sup> <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/ingenierie-des-transports-th14/conception-gestion-et-exploitation-des-ports-et-des-voies-navigables-42617210/principes-d-implantation-et-d-amenagement-des-ports-maritimes-c4630/definition-et-role-des-ports-maritimes-c4630v2niv10001.html> (consulté le 12/03/2025 à 12h03)

activement à l'économie locale des régions côtières en assurant la gestion et la commercialisation des ressources marines.

- **Les ports de plaisance** : sont dédiés aux bateaux de loisirs et aux activités nautiques. Leur développement accompagne l'essor du tourisme maritime et contribue à dynamiser les zones littorales.
- **Les ports militaires** : sont utilisés pour le stationnement, l'entretien et le déploiement des forces navales. Ils assurent la protection des eaux territoriales et sont essentiels pour la défense maritime et la sécurité des échanges internationaux.<sup>40</sup>

---

<sup>40</sup> <https://www.universalis.fr/encyclopedie/ports-maritimes/> (consulté le 12/03/2025 à 13h00)

## **Conclusion du chapitre I**

L'exportation des hydrocarbures et leur transport maritime constituent des piliers fondamentaux du commerce international et de l'économie mondiale. À travers ce chapitre, nous avons mis en évidence l'importance stratégique de ces opérations, en insistant sur les principes généraux de l'exportation, les spécificités des hydrocarbures dans le commerce international et le rôle déterminant du transport maritime.

L'exportation permet aux pays producteurs de valoriser leurs ressources énergétiques sur les marchés internationaux, en garantissant un approvisionnement continu aux pays importateurs. Elle représente un levier de développement économique majeur, particulièrement pour des nations comme l'Algérie, dont l'économie repose en grande partie sur les revenus pétroliers et gaziers.

Le transport maritime, quant à lui, joue un rôle essentiel dans l'acheminement des hydrocarbures. Grâce à des infrastructures portuaires adaptées et à une flotte de navires spécialisés, il assure la fluidité des échanges énergétiques et l'optimisation des coûts logistiques.

Dans ce contexte, la nécessité d'une gestion optimisée des routes maritimes devient un impératif stratégique. Ces enjeux seront approfondis dans le prochain chapitre, qui portera sur les stratégies d'optimisation des itinéraires maritimes pour améliorer la rentabilité et la durabilité du transport des hydrocarbures.

***CHAPITRE II : STRATEGIE D'OPTIMISATION DES  
ITINERAIRES MARITIMES***

---

## **Introduction du deuxième chapitre**

À l'heure où la performance logistique constitue un levier décisif de compétitivité sur les marchés internationaux, l'optimisation des itinéraires maritimes s'impose comme un enjeu stratégique majeur pour les entreprises exportatrices, notamment dans le secteur des hydrocarbures.

Ce chapitre a pour objectif de construire une base théorique, analytique et technique solide autour des pratiques d'optimisation maritime. Il s'articule en trois temps.

La première section est consacrée à l'analyse du processus global du transport maritime des hydrocarbures,

La deuxième section aborde les principes et enjeux de l'optimisation des itinéraires maritimes, en mettant en lumière les fondements logiques de cette démarche ainsi que les contraintes et opportunités qu'elle englobe dans un contexte de mondialisation et d'innovation permanente.

Enfin, la troisième section s'intéresse aux techniques et outils mobilisables pour atteindre ces objectifs d'optimisation. Elle propose une analyse comparative entre les méthodes traditionnelles, fondées sur des modèles logistiques éprouvés, et les approches modernes reposant sur les technologies numériques, les systèmes d'aide à la décision et l'analyse prédictive.

L'ensemble de cette réflexion constitue un préambule essentiel à l'étude de cas qui viendra illustrer, dans le chapitre suivant, comment les choix d'itinéraires maritimes peuvent impacter la performance logistique d'une entreprise telle que Sonatrach, dans le cadre de ses exportations vers l'Europe.

## Section 01 : Processus global du transport maritime des hydrocarbures

Le transport maritime des hydrocarbures, essentiel à la chaîne logistique énergétique mondiale, repose sur un processus structuré et complexe mobilisant divers acteurs et techniques. Ce processus englobe plusieurs phases de la planification à la livraison et doit faire face à de nombreuses contraintes, ce qui rend la coordination entre intervenants cruciale. L'analyse de ce système permet d'identifier les axes d'optimisation et d'amélioration logistique.

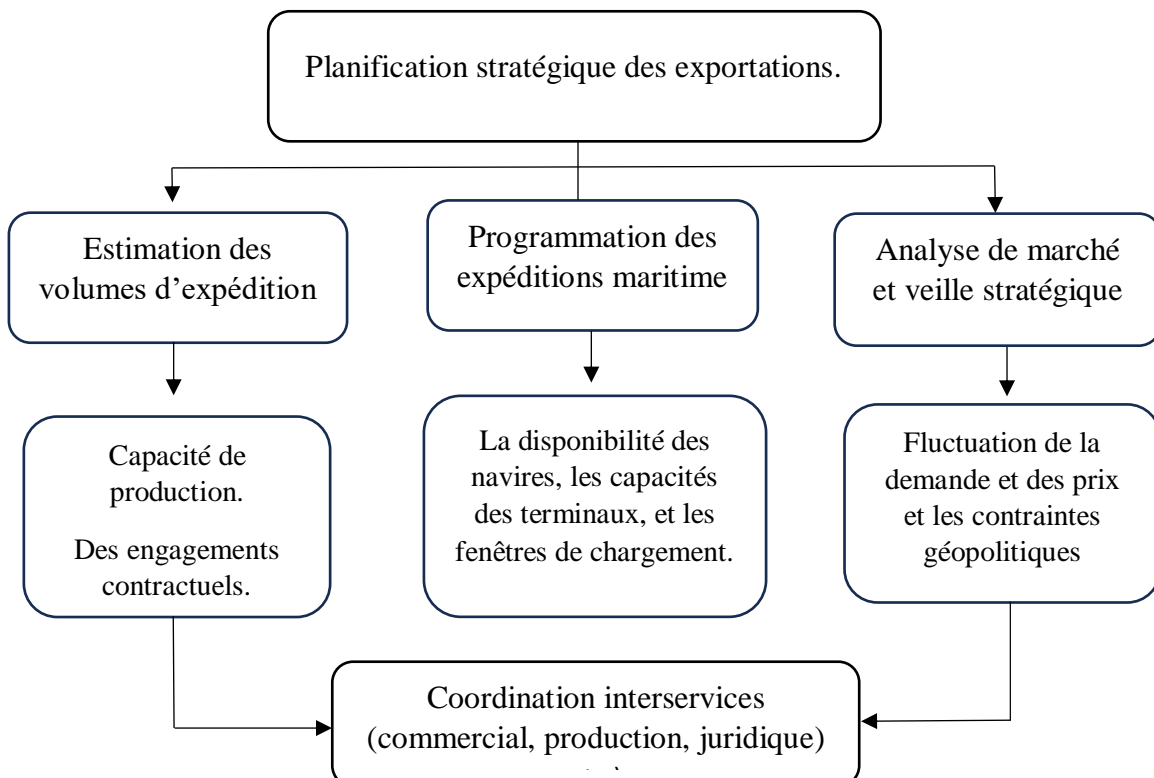
### 1.1 La phase préliminaire : planification et contractualisation

Dans un secteur aussi sensible et capital que celui des hydrocarbures, la réussite des opérations d'exportation repose avant tout sur une préparation rigoureuse. Cette phase préliminaire, articulée autour de la planification stratégique et de la contractualisation commerciale, constitue le socle de l'efficacité logistique et de la performance globale de l'entreprise exportatrice.

#### 1.1.1 Planification stratégique des exportations

La planification stratégique constitue une étape déterminante dans la gestion du transport maritime des hydrocarbures, car elle permet d'anticiper, de structurer et de coordonner l'ensemble des opérations logistiques en fonction des objectifs de l'entreprise et des dynamiques du marché international.

Figure II- 1: Planification stratégique des exportations d'hydrocarbures.



Source : Elaboré par nos soins, par adaptation.

La planification stratégique vise à organiser en amont l'ensemble des opérations d'exportation, en tenant compte des contraintes internes et externes à l'entreprise.

Elle débute par une estimation prévisionnelle des volumes à exporter, fondée sur les capacités de production, les engagements contractuels en cours, et la disponibilité des ressources logistiques (navires, terminaux, capacités de stockage, etc.). Cette estimation permet d'adapter les flux aux réalités du marché et d'optimiser l'allocation des ressources.

Ensuite, la programmation temporelle des expéditions est réalisée selon les capacités opérationnelles des terminaux portuaires, la disponibilité des navires affrétés et les fenêtres de chargement négociées avec les clients. Cette programmation est cruciale pour minimiser les temps d'attente, réduire les coûts de stationnement et respecter les délais contractuels.

La planification intègre également une analyse de marché approfondie, permettant d'identifier les périodes optimales pour l'exportation en fonction de la demande saisonnière, des prix internationaux, ou des contraintes géopolitiques. Cette veille stratégique oriente les décisions logistiques vers les marchés les plus rentables. La réussite de cette phase dépend d'une coordination rigoureuse entre les différentes entités de l'entreprise : direction commerciale, production, logistique maritime, services juridiques, etc. Une gouvernance transversale permet ainsi d'assurer la cohérence et l'efficacité de l'ensemble du processus.

En somme, la planification stratégique permet d'anticiper les contraintes opérationnelles et d'adapter les décisions logistiques aux évolutions du marché international.

### **1.1.2 La contractualisation commerciale et technique**

La contractualisation constitue le fondement juridique et économique des opérations d'exportation. Elle encadre les engagements entre les parties, définit les responsabilités, et réduit les incertitudes.

#### **a) Types de contrats dans le secteur des hydrocarbures**

- **Contrat au comptant (spot) :** est un accord portant sur l'achat ou la vente d'un actif au taux actuel du marché, La plupart des contrats au comptant sont réglés physiquement, ce qui signifie qu'une livraison physique se produit, généralement dans un délai d'un jour ouvrable. Par exemple, si nous achetons un contrat spot sur le pétrole brut, nous payons le cours du marché le plus récent et êtes propriétaire du pétrole sous-jacent, mais sa livraison ne se produira que le jour suivant.<sup>41</sup>
- **Contrat à terme (forward) :** [deux parties s'entendent pour s'échanger un actif à un prix et une date fixée à l'avance.]<sup>42</sup>

**b) Négociation des modalités de livraison (incoterms) :** [Les Incoterms (pour International Commercial Terms) définissent, dans le cadre d'un contrat commercial, les obligations réciproques du vendeur et de l'acheteur occasionnées par le déplacement des marchandises, sur le triple plan des risques, des frais, et des documents.]<sup>43</sup> Le groupe des Incoterms

---

<sup>41</sup> <https://www.ig.com/fr/strategies-de-trading/qu-est-ce-qu-un-contrat-spot-220207> (consulté le 16/03/2025 à 18h30)

<sup>42</sup> BOSSU, HENROTTE(S), PHILIPPE : Finance de marché, Edition Dunod, Paris, 2008, p.68.

<sup>43</sup> DUHAUTBOUT et autres : transporter, Édition FOUCHER, Paris, 2020, p.32.

applicables exclusivement au transport maritime et fluvial inclut les modalités suivantes : FAS (Free Alongside Ship), FOB (Free On Board), CFR (Cost and Freight) et CIF (Cost, Insurance and Freight).

Afin de mieux comprendre les implications contractuelles liées au transport maritime des hydrocarbures, le tableau suivant présente une synthèse des principales règles Incoterms applicables à ce mode de transport, en mettant en évidence la répartition des responsabilités, entre le vendeur et l’acheteur.

**Tableau II- 1: Résumé des principales règles Incoterms applicables au transport maritime.**

<b>Incoterm</b>	<b>Type de vente</b>	<b>Responsabilité du vendeur</b>	<b>Responsabilité de l’acheteur</b>
<b>FAS</b>	Vente au départ	Acheminer la marchandise le long du navire (quai ou barge), dédouanée à l’exportation	Charger, payer le fret maritime, supporter tous les frais et risques à partir du quai
<b>FOB</b>	Vente au départ	Charger la marchandise à bord du navire et accomplir les formalités d’exportation	Supporter les frais et les risques à partir du moment où la marchandise est à bord du navire
<b>CFR</b>	Vente au départ	Choisir le navire, charger à bord, payer le fret maritime jusqu’au port de destination	Supporter les risques dès le chargement sur le navire
<b>CIF</b>	Vente au départ	Idem CFR + souscrire à une assurance minimale couvrant le transport maritime	Supporter les risques dès le chargement sur le navire

**Source :** DUHAUTBOUT et autres : transporter, Édition FOUCHER, Paris,2020, p.38.

Ces modalités influencent directement l’organisation du transport maritime, notamment en ce qui concerne la réservation des navires, la planification des opérations portuaires et la souscription aux assurances maritimes. Le choix des Incoterms détermine la répartition des responsabilités, des coûts et des risques entre les parties contractantes. À titre d’exemple, Sonatrach, principal acteur algérien dans l’exportation des hydrocarbures, recourt principalement aux Incoterms FOB, CFR, en fonction de la nature du contrat, du marché cible et des accords conclus avec les clients. Cette diversité contractuelle permet d’adapter la stratégie logistique aux exigences commerciales et techniques de chaque opération d’exportation.

**1.1.3 L’affrètement et la sélection des navires :**

Le choix et l’affrètement des navires sont des composantes stratégiques dans le processus d’exportation des hydrocarbures. Ces décisions conditionnent non seulement les coûts logistiques, mais également la ponctualité des livraisons, la sécurité du transport et la conformité réglementaire des opérations.

### a) Les formes d'affrètement maritime

Nous distinguons principalement trois types d'affrètement utilisés dans le transport maritime des hydrocarbures :

- **L'affrètement au voyage (voyage charter) :** l'armateur met à disposition un navire pour le transport d'une cargaison spécifique, sur un trajet défini. Le fret est généralement calculé en fonction du tonnage transporté. La responsabilité de la gestion nautique et commerciale de l'opération demeure à la charge du fréteur.
- **L'affrètement à temps (time charter) :** le contrat est établi pour une période déterminée. L'affréteur prend en charge la gestion commerciale du navire, notamment l'organisation des escales et le choix des cargaisons, tandis que l'armateur (fréteur) conserve la responsabilité de la gestion nautique. Le coût du fret est facturé sur la base d'un tarif journalier.
- **L'affrètement coque nue (bareboat charter) :** consiste en un contrat de location dans lequel l'affréteur loue un navire à l'armateur pour une période spécifique et fournit son propre équipage. La responsabilité de la gestion nautique et commerciale du navire incombe alors à l'affréteur.<sup>44</sup>

### b) Le processus vetting

Avant toute décision d'affrètement définitive, un processus de vetting est mis en œuvre. [C'est un processus par lequel une société pétrolière détermine, sur la base des informations dont elle dispose, si un navire peut être utilisé à l'affrètement pour ses besoins.]<sup>45</sup> Il s'agit d'un audit technique et documentaire du navire pour évaluer sa conformité aux normes internationales de sécurité, de sûreté, et d'environnement (IMO, SOLAS, MARPOL). Seuls les navires validés peuvent être utilisés dans les opérations d'exportation, notamment pour les grandes compagnies nationales comme Sonatrach.

## 1.2 Phase opérationnelle portuaire

La phase opérationnelle portuaire représente une étape déterminante dans le cadre de l'exportation des hydrocarbures, englobant une série d'opérations techniques, logistiques et administratives indispensables à la sécurisation du transport maritime. Cette phase vise à assurer la conformité avec les exigences réglementaires internationales tout en optimisant la gestion des risques et la fluidité des processus d'exportation, afin de garantir l'intégrité de la cargaison et la sécurité des acteurs impliqués.

### 1.2.1 Traitement préalable des hydrocarbures

Avant l'embarquement des hydrocarbures, plusieurs étapes sont nécessaires pour préparer la cargaison et garantir sa conformité aux normes techniques et sécuritaires internationales.

- **Vérification de la qualité :** Les hydrocarbures sont soumis à un contrôle rigoureux de leur qualité, comprenant la mesure de paramètres comme la viscosité, la densité, et la

<sup>44</sup> <https://adelformation.com/wp-content/uploads/2015/03/le-contrat-daffretement-fiche-6.pdf> (consulté le 16/03/2025 à 23h)

<sup>45</sup> HAERING(P) : *le vetting un contrôle complémentaire ou supplémentaire*, en vue d'obtention d'un diplôme HES, Haute Ecole de Gestion HES Genève, 2008, p.6.

composition chimique. Il est essentiel d'utiliser des analyseurs en ligne de viscosité pour garantir que les produits pétroliers respectent les normes de qualité.

- **Préparation à la cargaison :** Le produit est traité pour atteindre la température et la pression optimales en fonction de sa nature et des conditions de transport. Par exemple, le naphta peut nécessiter une régulation de température pour éviter sa vaporisation ou sa dégradation.

### 1.2.2 Opérations de chargement et sécurité

Le chargement des hydrocarbures dans les pétroliers nécessite une coordination minutieuse et un strict respect des normes de sécurité, afin de protéger la cargaison, l'équipage et l'environnement. Les pétroliers représentent un maillon clé dans le système de transport maritime des hydrocarbures, avec une capacité de déplacement d'environ 2,5 milliards de mètres cubes de pétrole brut et de produits raffinés chaque année. Ces navires forment ainsi le deuxième système de transport le plus efficace, après les réseaux de distribution terrestres.

- **Le transfert des hydrocarbures :** Le transfert des hydrocarbures du terminal au navire s'effectue via des pipelines ou des bras de chargement, avec des mesures commerciales précises pour calculer la quantité exacte de produit livré. Ces systèmes de chargement incluent souvent des dégazeurs pour éliminer les gaz indésirables pendant le processus. Le liquide introduit dans les réservoirs déplace les vapeurs, qui sont ensuite comprimées et stockées dans des réservoirs séparés. Des systèmes avancés, comme le système KROHNE CARGOMASTER, équipent certains pétroliers pour surveiller les niveaux de réservoir à l'aide de radar et déclencher des alarmes en cas d'anomalie. Les navires peuvent également être équipés de systèmes d'inertage à l'azote pour prévenir la formation de mélanges explosifs.
- **Mesures de sécurité pendant le chargement :** La sécurité pendant le chargement des hydrocarbures est cruciale. Pour cela, plusieurs systèmes sont installés pour garantir l'absence de risques tels que les incendies, les fuites ou les explosions. En plus des dispositifs de surveillance de température et de pression, des détecteurs de gaz et des caméras thermiques peuvent être utilisés pour détecter toute anomalie, et des débitmètres à ultrasons ou Coriolis permettent une mesure précise du flux de pétrole pendant le chargement ou le déchargement, garantissant la conformité des transactions commerciales. Le système KROHNE offre également des solutions d'étalonnage sur site, comme des étalons à bille ou mobiles, pour garantir la précision des mesures. De plus, les travailleurs doivent porter des équipements de protection individuelle (EPI) appropriés, tels que des combinaisons anti-pollution et des masques respiratoires.<sup>46</sup>
- **Inspection en temps réel :** Des inspecteurs portuaires et des techniciens spécialisés surveillent en temps réel le processus de chargement et de déchargement, afin de détecter rapidement toute anomalie. L'utilisation de technologies modernes permet de suivre le processus de manière non intrusive, réduisant ainsi les risques d'erreurs humaines et garantissant un haut niveau de sécurité.

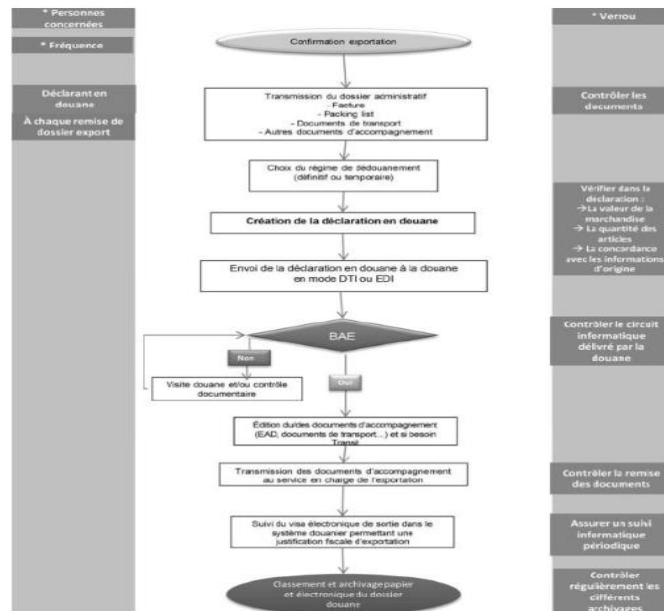
---

<sup>46</sup> <https://fr.krohne.com/fr/industries/industrie-petroliere-gaziere/stockage-transport-industrie-petroliere-gaziere/chargement-navire-industrie-petroliere-gaziere> (consulté le 17/03/2025 à 18h25)

### 1.2.3 Formalités administratives et douanières

Les formalités administratives et douanières constituent un aspect incontournable du processus d'exportation des hydrocarbures. Ces démarches sont nécessaires pour garantir la conformité aux réglementations locales et internationales.

Figure II- 2: schéma standard de dédouanement à l'export



Source : DUHAUTBOUT et autres : transporter, Édition FOUCHER, Paris,2020, p.220.

Dans le cadre de l'exportation des produits pétroliers, notamment le naphta, le dédouanement constitue une étape administrative incontournable.

### 1.3 Phase maritime et livraison

La phase maritime représente le cœur du dispositif logistique dans l'exportation des hydrocarbures. Elle s'étend du départ du navire au port d'embarquement jusqu'à la réception effective de la cargaison au port de destination. Cette étape revêt un caractère stratégique majeur, dans la mesure où elle conditionne à la fois la performance opérationnelle, les délais de livraison et les coûts globaux du transport. Compte tenu de la nature sensible des produits transportés, tels que le naphta, cette phase exige une organisation rigoureuse, une planification optimale des itinéraires, ainsi qu'un suivi constant afin de garantir la sécurité, la conformité réglementaire et la maîtrise des risques.

#### 1.3.1 L'analyse préalable

L'analyse préalable est une étape qui permet d'identifier et d'évaluer l'ensemble des facteurs influençant la sécurité et l'efficacité du voyage, en fournissant les bases nécessaires à une planification rigoureuse de l'itinéraire et à la gestion proactive des risques tout au long du trajet.

**a) Collecte des informations pertinentes**

Avant tout départ, il est crucial de rassembler toutes les informations concernant le navire, la cargaison et les conditions externes susceptibles d'impacter le voyage. Cette collecte d'informations sert de base à l'élaboration d'un plan de voyage complet et sécurisé.

**b) Évaluation des conditions environnementales et maritimes**

Un autre aspect fondamental de l'analyse préalable est l'étude approfondie des conditions météorologiques et des caractéristiques maritimes qui peuvent affecter la sécurité du voyage.

- **Les conditions météorologiques :** Les prévisions météorologiques doivent être surveillées en temps réel pour éviter les phénomènes climatiques extrêmes (tempêtes, brouillard dense, conditions de mer agitée) qui peuvent compromettre la sécurité du transport. L'OMI recommande l'utilisation de systèmes d'alerte avancée et d'outils de simulation météorologique pour ajuster la route si nécessaire.<sup>47</sup>
- **Conditions maritimes et courants :** La prévision et l'observation des marées et des courants marins revêtent une importance capitale, notamment pour assurer l'entrée et la sortie en toute sécurité des navires marchands dans les ports. Des données précises à ce sujet sont indispensables non seulement pour garantir une navigation fiable, mais aussi pour préserver la sécurité des personnes et la protection de l'environnement. En effet, une variation du niveau de la mer peut provoquer des situations de blocage ou d'inondation, tandis que la connaissance de la vitesse et de la direction des courants est essentielle pour toute activité maritime.<sup>48</sup>

**c) Planification de l'itinéraire optimale**

Le choix d'un itinéraire maritime repose sur divers critères tels que la sécurité, l'efficacité, la conformité aux réglementations en vigueur et la maîtrise des coûts. Un itinéraire bien optimisé permet de réduire les risques liés à la congestion du trafic maritime tout en intégrant les contraintes environnementales, notamment en évitant les zones sensibles ou protégées (comme les aires marines à forte valeur écologique), ce qui contribue à prévenir les sanctions et à limiter les impacts polluants.<sup>49</sup>

**1.3.2 Exécution du plan de navigation :**

L'exécution du plan de navigation pendant la phase maritime repose sur une surveillance rigoureuse, une gestion proactive des risques et une coordination continue avec les autorités maritimes. Le positionnement du navire doit être régulièrement contrôlé afin d'assurer le respect de l'itinéraire initial et d'intervenir rapidement en cas de déviation ou de conditions imprévues en mer. L'adaptation du cap et de la vitesse devient alors essentielle pour maintenir la sécurité et la ponctualité du transport. La gestion des risques constitue un autre pilier central de cette phase : des plans d'urgence doivent être établis pour faire face à toute situation critique,

<sup>47</sup> <https://www.imo.org/fr/OurWork/Environment/Pages/OilPollution-Default.aspx> (consulté le 17/03/2025 à 22h56)

<sup>48</sup> <https://oceanservice.noaa.gov/navigation/tidesandcurrents/> (consulté le 17/03/2025 à 23h13)

<sup>49</sup> <https://sinay.ai/fr/sinay-hub/route-optimization-fr/> (consulté le 17/03/2025 à 23h46)

comme une panne, un accident ou une alerte météorologique. En cas de déversement des hydrocarbures, des mesures immédiates doivent être déclenchées afin de limiter l'impact sur l'environnement. En parallèle, une coordination étroite avec les autorités portuaires et maritimes est requise tout au long du trajet, notamment à l'approche des zones congestionnées ou sensibles, afin de faciliter l'accès au port, garantir la sécurité des opérations et assurer une communication fluide jusqu'à la livraison finale.<sup>50</sup>

### **1.3.3 Suivi post-transport et gestion des performances**

Afin de garantir l'amélioration continue des opérations de transport maritime et d'optimiser les performances futures, il est essentiel de mettre en place un processus structuré de suivi post-transport et de gestion des performances, qui se décline en deux étapes clés : l'évaluation du voyage et l'analyse des écarts, ainsi que l'optimisation des processus pour le prochain transport.

#### **a) Évaluation du voyage et analyse des écarts**

Une fois le transport maritime achevé, il est essentiel de conduire une évaluation approfondie du voyage. Cette étape cruciale implique une analyse rigoureuse des écarts constatés entre le plan de voyage initialement établi et l'exécution effective de ce plan. Cette analyse doit porter sur les incidents survenus, les retards accumulés, les ajustements apportés en cours de route et tout autre événement significatif ayant affecté le déroulement du transport. L'objectif principal est d'identifier les causes potentielles de ces écarts et d'évaluer leur impact sur les performances globales du transport, tant en termes de coûts que de délais et de sécurité.<sup>51</sup>

#### **b) Optimisation des processus pour le prochain transport**

À la suite de chaque opération de transport maritime, une phase d'évaluation post-mission est essentielle pour identifier les points forts et les axes d'amélioration. L'analyse des retours d'expérience permet non seulement de corriger les éventuelles défaillances rencontrées durant la navigation, mais aussi d'ajuster les méthodes de planification, les procédures de sécurité et les pratiques opérationnelles. Cette démarche continue d'optimisation vise à renforcer l'efficacité logistique, à réduire les coûts liés aux imprévus, et à améliorer la fiabilité des itinéraires empruntés. Par ailleurs, les enseignements tirés peuvent contribuer à l'amélioration des protocoles de formation de l'équipage, à la mise à jour des bases de données maritimes et à l'intégration progressive d'innovations technologiques dans les systèmes de navigation et de contrôle. Cette approche s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue, que nous retrouvons dans les normes ISO relatives à la gestion de la qualité.<sup>52</sup>

L'examen du processus global du transport maritime des hydrocarbures révèle la complexité des différentes phases, chacune ayant un impact direct sur l'efficacité de l'exportation. L'optimisation de ces étapes est essentielle pour réduire les coûts et améliorer la

---

<sup>50</sup> OIT, Prévention des accidents à bord des navires en mer et dans les ports, Genève, 2003, p.45-47.

<sup>51</sup> <https://fastercapital.com/fr/contenu/Analyse-des-ecarts-dans-la-gestion-de-la-chaine-d-approvisionnement.html#Introduction---l-analyse-des-carts-dans-la-gestion-de-la-cha-ne-d-approvisionnement> (consulté le 18/03/2025 à 10h06)

<sup>52</sup> <https://www.smithers.com/resources/2024/november/continuing-to-improve-with-iso-9001-clause-10?utm> (consulté le 18 /03/2025 à 11h23)

performance logistique. La section suivante explorera les principes et enjeux de l'optimisation des itinéraires maritimes, un facteur clé pour renforcer la compétitivité des exportateurs.

## **Section 02 : Principes et enjeux de l'optimisation des itinéraires maritimes**

L'optimisation des itinéraires maritimes est un levier essentiel pour améliorer la performance du transport des marchandises, en particulier dans le secteur des hydrocarbures. Un itinéraire bien choisi permet de réduire les coûts logistiques, d'optimiser le temps de transport et de minimiser les risques opérationnels.

Cependant, le choix des itinéraires est influencé par plusieurs facteurs externes et internes, tels que les coûts de carburant, les réglementations maritimes, les conditions météorologiques ou encore les tensions géopolitiques. Ainsi, une bonne optimisation nécessite une analyse approfondie pour trouver le meilleur équilibre entre efficacité économique, sécurité et respect des contraintes réglementaires.

Cette section explore les principes fondamentaux de l'optimisation des itinéraires, les facteurs qui influencent leur choix et leurs impacts sur le transport maritime.

### **2.1 Généralités sur les itinéraires maritimes**

#### **2.1.1 Importance d'une route maritime dans le commerce international**

[« Une route maritime » est un itinéraire maritime suivi par les navires assurant le transport maritime. Les routes maritimes sont ponctuées de points de passage stratégiques (canaux et détroits) qui permettent de gagner du temps ainsi que de ports qui servent d'interfaces avec l'intérieur des continents ou de hubs alimentant des routes secondaires vers des ports régionaux.]<sup>53</sup>

Les routes maritimes désignent les trajectoires empruntées par les navires à travers les mers du monde. Elles se présentent sous forme de couloirs, généralement de quelques kilomètres de large, tracés en fonction de divers facteurs tels que les passages stratégiques incontournables (caps, détroits, canaux), les contraintes naturelles (courants marins, profondeur, obstacles sous-marins) ainsi que les enjeux géopolitiques<sup>54</sup>.

[Il est commun de définir la route maritime comme un espace marin étroit, allant de quelques kilomètres à 10 km de large à l'intérieur duquel s'effectuent les liaisons entre deux ensembles continentaux. D'un continent à l'autre ces routes sont donc des tracés à très grand rayon de courbure sur les cartes à projection équivalente, et des lignes droites sur les cartes à projection conforme. Cette définition ne va pas sans poser problème, à tel point que certains spécialistes ont refusé l'expression de « route maritime » au motif qu'une « route » est un espace matérialisé par des bordures et qu'il est impossible de circuler en dehors de ses limites. Il est un fait que l'espace marin est intrinsèquement isotrope, et qu'en conséquence la « route » n'est qu'un espace virtuel à l'intérieur d'un domaine où la circulation est possible dans une première

---

<sup>53</sup> Venturelli(N), Hugo(P) : transport maritime, Édition le Génie Editeur, paris, 2018, p.25.

<sup>54</sup> <https://www.pollution-chimique.com/fr/transport-maritime/routes-maritimes.php> (consulté le 22/03/2025 à 10h40)

approximation en tous sens, quelle que soit la latitude, la longitude, la température ou l'état de la mer, à la même vitesse et sans contrainte.]<sup>55</sup>

Les routes maritimes constituent l'ossature du commerce international, assurant l'acheminement de plus de 90 % des échanges mondiaux de marchandises. Elles permettent de transporter d'énormes volumes de matières premières essentielles (pétrole, gaz, minerais, céréales) ainsi que des produits manufacturés (véhicules, textiles, équipements électroniques) à des coûts optimisés, renforçant ainsi la compétitivité des économies. Façonnées par des facteurs géographiques, économiques et historiques, ces routes s'organisent autour de passages stratégiques incontournables, qui concentrent une part significative du trafic maritime mondial. Toute perturbation dans ces corridors, comme un blocage ou une crise géopolitique, peut entraîner des ruptures d'approvisionnement, une hausse des coûts logistiques et une instabilité économique mondiale. Par ailleurs, leur importance dépasse la seule dimension économique, elles sont au cœur d'enjeux environnementaux et sécuritaires majeurs. La forte concentration du trafic maritime dans certaines zones intensifie les risques de pollution marine, d'accidents et d'actes de piraterie, nécessitant des mesures de régulation et de surveillance accrues. Ainsi, les routes maritimes ne sont pas seulement des axes de circulation, mais des leviers stratégiques fondamentaux, influençant directement la stabilité du commerce mondial et l'équilibre géopolitique international.<sup>56 57</sup>

## **2.1.2 Les grandes routes maritimes et leurs évolutions**

### **a) Les routes maritimes traditionnelles : l'axe Est-Ouest**

Historiquement, les échanges commerciaux se sont concentrés sur un axe est-ouest, structuré autour de trois corridors majeurs :

- La route transpacifique, reliant l'Asie à l'Amérique du Nord.
- La route Asie-Europe, qui constitue l'axe commercial le plus dense au monde.
- La route transatlantique, qui assure les échanges entre l'Europe et l'Amérique du Nord.

Ces itinéraires sont façonnés par des passages stratégiques incontournables tels que le canal de Suez, le détroit de Malacca ou encore le canal de Panama. Leur domination repose sur l'intégration des grands ports mondiaux, qui fonctionnent comme des hubs logistiques majeurs facilitant la redistribution des flux commerciaux.

### **b) Les nouvelles routes maritimes :**

Avec la transformation des dynamiques économiques et la montée en puissance de nouvelles régions industrielles, les routes maritimes ont évolué pour s'adapter à la demande mondiale.

- Les routes nord-sud : L'industrialisation rapide de l'Asie a renforcé ses connexions avec l'Amérique Latine, l'Afrique et le Moyen-Orient. Ce développement s'observe notamment dans le transport des porte-conteneurs, qui alimentent ces régions en produits manufacturés

---

<sup>55</sup> LOUCHET(A) : la planète océane « précis de géographie maritime », Edition Armand Colin, Paris,2014, p.97.

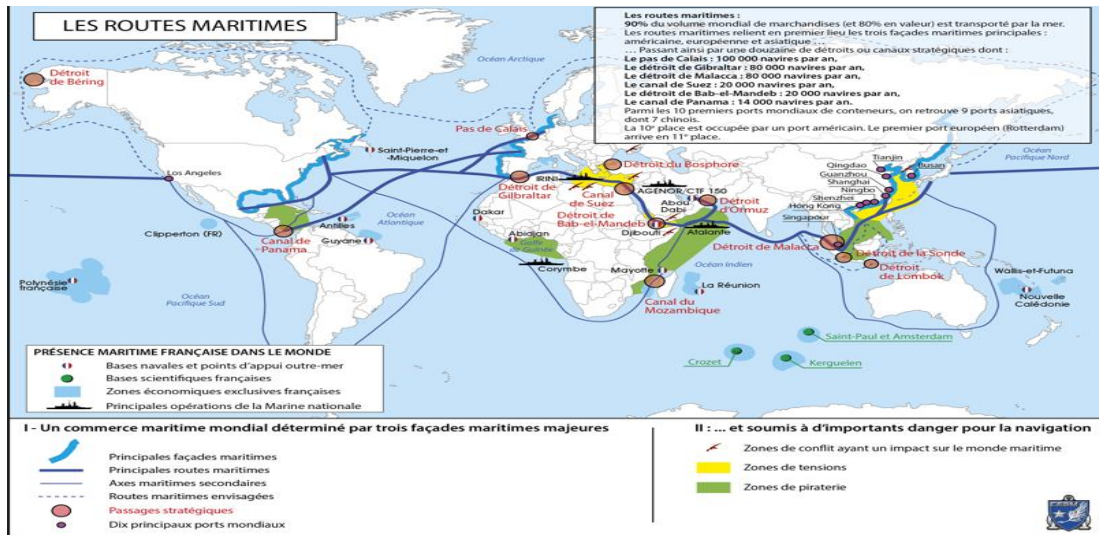
<sup>56</sup> <https://www.maxicours.com/se/cours/transports-et-routes-maritimes/> (consulté le 22/03/2025 à 11h53).

<sup>57</sup>FRÉMONT(A) : « Les routes maritimes : nouvel enjeu des relations internationales », in La Revue Internationale et Stratégique, N° 69, printemps 2008, pp.1-13.

tout en facilitant les exportations de matières premières vers les grandes puissances économiques.

- Les routes sud-sud : Longtemps marginalisés, les échanges entre les économies émergentes du Sud connaissent une accélération notable. La Chine et l'Inde intensifient leurs exportations vers l'Afrique, l'Amérique du Sud et le Moyen-Orient, principalement dans les secteurs automobiles, métallurgique et chimique. En retour, ces régions fournissent aux puissances asiatiques des ressources stratégiques telles que les hydrocarbures, les minerais et les céréales.
- Les routes arctiques : Le réchauffement climatique a ouvert de nouvelles perspectives pour le transport maritime dans l'Arctique. Ces routes permettent une réduction significative des distances, Toutefois, leur exploitation reste limitée en raison des contraintes techniques et économiques : nécessité de navires renforcés pour affronter des conditions extrêmes, coûts élevés d'exploitation et absence de grands hubs portuaires sur ces trajets. <sup>58</sup>

Figure II- 3 : Les principales routes maritimes et leurs points de passage stratégiques



Source : <https://www.defense.gouv.fr/cesm/nos-publications/carto-du-mois/octobre-2021-routes-maritimes> (consulté le 22/03/2025 à 12h16).

Tableau II- 2: Itinéraires maritimes (axes commerciaux vs passages stratégiques)

Critères	Itinéraire maritime principale	Itinéraire maritime stratégique
<b>Définition</b>	Route de transport majeure reliant les grandes zones économiques du monde.	Point de passage clé influençant le commerce maritime mondial.
<b>Fonction principale</b>	Assurer le transport de grandes quantités de marchandises entre continents.	Réduire les distances et permettre un passage rapide entre océans.
<b>Impact économique</b>	Essentiel pour l'économie mondiale, relie les principales puissances commerciales.	Contrôle stratégique et source de revenus pour les pays qui les possèdent.

<sup>58</sup> Venturelli(N), Hugo(P) : transport maritime, Édition le Génie Editeur, paris, 2018, p.26.

**Source :** [https://www.assistancescolaire.com/eleve/4e/geographie/reviser-une-notion/les-canaux-et-les-detroit-points-de-passage-strategiques-1-4\\_geo\\_07](https://www.assistancescolaire.com/eleve/4e/geographie/reviser-une-notion/les-canaux-et-les-detroit-points-de-passage-strategiques-1-4_geo_07) (consulté le 22/03/2025 à 13h33).

Ce tableau met en lumière la distinction entre les routes maritimes principales, qui constituent les axes majeurs du commerce international, et les routes stratégiques, qui sont des points de passage clés influençant directement la fluidité du trafic maritime mondial.

Les routes principales sont les itinéraires les plus empruntés par les navires, reliant les grandes zones économiques à travers des corridors maritimes bien établis. Elles permettent d'optimiser les échanges internationaux en réduisant les distances et les coûts de transport, tout en garantissant une circulation fluide des marchandises.

## 2.2 Les fondamentaux de l'optimisation des itinéraires maritimes

L'optimisation des itinéraires maritimes repose sur une gestion rigoureuse des trajets afin de garantir un transport plus rapide, moins coûteux et plus sécurisé. Elle ne consiste pas seulement à réduire la distance entre deux ports, mais à prendre en compte plusieurs paramètres, tels que le carburant, les conditions météorologiques et les réglementations maritimes. Cette partie explore les bases de cette optimisation et ses principaux objectifs dans le commerce maritime.

### 2.2.1 Qu'est-ce que l'optimisation ?

Optimiser consiste à améliorer un système ou un processus afin d'en maximiser l'efficacité, la performance et le rendement, en lui assurant les meilleures conditions d'utilisation et de fonctionnement, notamment dans le domaine économique.<sup>59</sup>

Donner à quelque chose, à une machine, à une entreprise, etc., le rendement optimal en créant les conditions les plus favorables ou en en tirant le meilleur parti possible.<sup>60</sup>

L'Optimisation est l'ensemble de techniques qui visent à obtenir la meilleure performance possible. Il s'agit de suivre la performance constamment, d'éliminer les éléments les moins performants et de renforcer ceux qui fonctionnent le mieux.<sup>61</sup>

[« L'optimisation signifie que les choix effectués en termes de projets et d'objectifs seront investis de façon à en tirer le meilleur profit possible, en qualité comme en quantité » [Hummel, 2009 : 47]]<sup>62</sup>

L'optimisation est un processus qui consiste à rechercher la meilleure solution possible parmi un ensemble d'alternatives, en tenant compte de critères spécifiques. Elle vise à maximiser l'efficacité ou à minimiser les coûts, le temps ou les ressources nécessaires pour atteindre un objectif donné. Dans le domaine du transport maritime, l'optimisation permet

<sup>59</sup> <https://www.cnrtl.fr/definition/optimisation#:~:text=A.,de%20rendement%2C%20notamment%20en%20C3%A9con> (consulté le 24/03/2025 à 10h10)

<sup>60</sup> <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/optimiser/56254> (consulté le 24/03/2025 à 11h20)

<sup>61</sup> <https://titanformation.ca/Lexique/optimisation/> (publié le 11/03/2017, consulté le 24/03/2025 à 11h44)

<sup>62</sup> Dalgalarondo (S), Fournier(T) : Les morales de l'optimisation ou les routes du soi, Edition Ethnologie française, Paris, 2019, p.640.

d'améliorer la gestion des itinéraires en tenant compte de divers paramètres, tels que la distance, la consommation de carburant, les conditions météorologiques et les contraintes logistiques.<sup>63</sup>

### **2.2.2 . Qu'est-ce que l'optimisation d'un itinéraire maritime ?**

« **L'optimisation d'un itinéraire maritime** » est le processus d'amélioration du trajet emprunté par un navire afin de réduire les coûts, minimiser la durée du voyage et maximiser l'efficacité du transport

### **2.2.3 L'importance de l'optimisation d'un itinéraire maritime**

« **L'optimisation des itinéraires maritimes** » est une nécessité stratégique pour les compagnies maritimes, car elle permet d'améliorer à la fois la rentabilité, la sécurité et la durabilité du transport maritime. Tout d'abord, elle contribue à une réduction significative des coûts d'exploitation en minimisant la consommation de carburant, les frais portuaires et les temps d'attente, ce qui renforce la compétitivité des entreprises du secteur. Ensuite, une gestion optimisée des itinéraires permet d'anticiper les risques liés aux conditions météorologiques, aux congestions portuaires et aux contraintes réglementaires, évitant ainsi les retards et améliorant la fiabilité des livraisons. De plus, elle joue un rôle fondamental dans la réduction de l'empreinte environnementale, en limitant les émissions de gaz à effet de serre grâce à une meilleure planification des trajets et à l'évitement des détours inutiles. L'optimisation des itinéraires facilite également la gestion globale de la flotte, permettant une meilleure répartition des navires, une amélioration des rotations et une meilleure coordination entre les différents acteurs de la chaîne logistique. Enfin, cette optimisation renforce l'efficacité des ports et des services maritimes, en facilitant le trafic des navires et en assurant une meilleure synchronisation des opérations de chargement et de déchargement. Ainsi, en garantissant un transport plus rapide, économique et respectueux de l'environnement, l'optimisation des itinéraires maritimes est devenue un levier incontournable pour moderniser et améliorer la performance du transport maritime à l'échelle mondiale.<sup>64</sup>

---

<sup>63</sup> Frederic(M) : Introduction à l'optimisation, 2023, p.5.

<sup>64</sup> <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/218206/1/Marport.pdf> (consulté le 25/03/20 25 à 12h38)

Tableau II- 3: Les avantages de l'optimisation des itinéraires maritimes.

Catégories	Avantages
<b>Economique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Réduction des coûts de transport : Optimiser l'itinéraire et la puissance moteur d'un navire permet de diminuer jusqu'à 7 % les frais de transport.</li> <li>✓ Diminution des frais de carburant : Comme 40 % des coûts opérationnels sont liés au carburant, une route optimisée permet de réduire la consommation et donc les dépenses.</li> <li>✓ Augmentation de la rentabilité : Les armateurs peuvent économiser plusieurs millions de dollars en adoptant des outils d'optimisation pour la planification des itinéraires.</li> <li>✓ Meilleure allocation des ressources : Une planification optimisée permet une gestion plus efficace de la flotte, en réduisant les trajets à vide et en maximisant l'utilisation des navires.</li> </ul>
<b>Environnementaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diminution de l'empreinte carbone : Moins de consommation de carburant signifie moins d'émissions de CO<sub>2</sub>, contribuant ainsi à la réduction du réchauffement climatique.</li> <li>✓ Optimisation de la vitesse des navires : Une meilleure gestion de la vitesse permet de réduire la pollution et l'impact environnemental du transport maritime.</li> </ul>
<b>Logistiques et techniques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prise en compte des conditions météorologiques : Grâce aux avancées en météorologie et aux outils de calcul, il est possible d'anticiper les conditions de navigation et d'éviter les intempéries.</li> <li>✓ Amélioration de la sécurité des trajets : En évitant les zones de tempêtes et en adaptant les routes, on réduit les risques d'accidents en mer.</li> <li>✓ Réduction des retards : Une meilleure gestion des itinéraires améliore la ponctualité des livraisons, ce qui est crucial pour la chaîne logistique.</li> <li>✓ Flexibilité accrue : Les armateurs peuvent mieux ajuster les itinéraires en fonction des demandes de transport, et évaluer les cargaisons optionnelles plus efficacement.</li> </ul>

**Source** : Chauveau (E) : Optimisation des routes maritimes « un système de résolution multicritère et dépendant du temps », thèse de doctorat, AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ, 2018, p.28.

Nous constatons que l'optimisation des itinéraires maritimes présente des avantages significatifs sur les plans économique et environnemental. Elle permet de réduire les coûts de transport et de carburant, améliorant ainsi la rentabilité des armateurs et l'utilisation de leur flotte. De plus, elle contribue à limiter l'empreinte écologique du transport maritime en diminuant la consommation énergétique et les émissions de CO<sub>2</sub>.

### **2.3 Les enjeux de l'optimisation des itinéraires maritimes**

Le choix des itinéraires maritimes est un élément stratégique majeur dans le commerce international. Il ne repose pas uniquement sur la distance entre les ports, mais aussi sur une multitude de facteurs qui influencent directement la rentabilité, la sécurité et l'efficacité du transport maritime. Ces déterminants incluent des aspects géopolitiques, économiques, environnementaux et logistiques, obligeant les armateurs à ajuster en permanence leurs itinéraires en fonction des évolutions mondiales.

#### **a) Les tensions géopolitiques et des restrictions juridiques**

Les tensions politiques et les décisions gouvernementales ont un effet direct sur la fluidité du transport maritime. Certains détroits et canaux stratégiques, bien que cruciaux pour le commerce international, peuvent être temporairement fermés ou soumis à des restrictions en raison de conflits ou de décisions souveraines.

#### **b) Les contraintes économiques et les coûts du transport**

Le transport maritime étant un secteur hautement concurrentiel, les compagnies doivent sans cesse optimiser leurs itinéraires pour réduire leurs coûts. L'un des principaux éléments influençant ces choix est le prix du carburant, qui représente une part significative des dépenses d'exploitation des navires. Lorsque le prix du pétrole a flambé en 2022 en raison de la guerre en Ukraine, de nombreuses compagnies ont adopté une stratégie de *slow steaming*, consistant à réduire la vitesse des navires afin d'économiser du carburant. Cette approche permet de diminuer la consommation de 30 %, mais rallonge les délais de livraison, obligeant les acteurs du transport à revoir leur logistique.

#### **c) Les facteurs environnementaux et les conditions climatiques**

Les conditions météorologiques jouent un rôle fondamental dans la planification des itinéraires maritimes. Les ouragans, tempêtes et glaces rendent certaines routes impraticables à certaines périodes de l'année. Par exemple, les navires doivent éviter les zones situées au-delà du 55e parallèle nord pendant l'hiver en raison de la formation de glace et des conditions climatiques extrêmes.

Par ailleurs, les réglementations environnementales jouent également un rôle déterminant dans le choix des itinéraires. L'Organisation Maritime Internationale (OMI) impose des restrictions sur les émissions de gaz à effet de serre, ce qui pousse certaines compagnies à éviter certaines zones ou à investir dans des carburants alternatifs. Ces nouvelles contraintes obligent les armateurs à repenser leur stratégie et à adapter leurs routes en conséquence.

#### **d) Les infrastructures portuaires et de la logistique maritime**

Les infrastructures portuaires influencent également le choix des itinéraires maritimes. Certains ports disposent de capacités limitées, ce qui rend difficile l'accostage des grands navires.

La congestion portuaire constitue un autre défi important. Bien que moins visible en Méditerranée que dans les grands hubs asiatiques ou américains, elle n'est pas inexistante. Une

saturation ponctuelle des installations, due à un afflux de navires ou à un manque de coordination logistique, peut rallonger les temps d'escale et désorganiser la chaîne d'approvisionnement. Pour l'exportation de naphta, cela peut engendrer des coûts d'attente élevés, une reprogrammation des trajets ou un recours à des ports secondaires, souvent moins efficaces.

#### **e) La sécurité maritime**

La sécurité maritime est un autre facteur qui influence fortement le choix des itinéraires. Certaines zones du globe sont particulièrement exposées aux risques de piraterie, ce qui oblige les navires à modifier leurs routes ou à renforcer leurs dispositifs de sécurité.

Pour limiter les risques, certains navires préfèrent emprunter d'autres routes plus sûres, bien qu'elles soient plus longues.<sup>65 66</sup>

### **Section 03 : Techniques et outils d'optimisation des itinéraires maritimes**

L'optimisation des itinéraires maritimes est devenue un enjeu majeur pour les compagnies de transport, confrontées à des défis économiques, environnementaux et logistiques. Pour améliorer la rentabilité et réduire l'empreinte écologique, il est essentiel d'adopter des techniques avancées et des outils technologiques performants. Grâce à l'évolution des systèmes de planification, de la météorologie maritime et de l'intelligence artificielle, les armateurs peuvent désormais ajuster leurs trajets en temps réel, minimiser la consommation de carburant et éviter les perturbations. Cette section explore les principales méthodes d'optimisation utilisées dans le transport maritime ainsi que les outils numériques qui transforment la gestion des itinéraires.

#### **• Définition des concepts clés**

Avant d'explorer les techniques et outils d'optimisation des itinéraires maritimes, il est essentiel de définir certains termes fondamentaux :

- Technique : savoir-faire, habileté de quelqu'un dans la pratique d'une activité<sup>67</sup>  
De manière générale, une technique désigne une méthode structurée et précise permettant d'accomplir une tâche ou d'atteindre un objectif. Elle s'appuie sur des savoirs pratiques et théoriques afin d'améliorer l'efficacité d'une action.
- Stratégie : c'est la manière d'élaborer, de diriger et de coordonner des plans d'action afin d'aboutir à un objectif déterminé, programmé sur le court ou le long terme. Le but principal étant d'éviter le pilotage à vue, une stratégie doit être appliquée et apporter des résultats positifs.<sup>68</sup>
- Outil : En termes simples, un outil est un dispositif ou un logiciel utilisé pour réaliser une tâche spécifique ou résoudre un problème. Dans le contexte numérique, cela inclut des

---

<sup>65</sup>LOUCHET(A) : la planète océane « précis de géographie maritime », Edition Armand Colin, Paris,2014, p.98.

<sup>66</sup> CNUCED, Étude sur Les transports maritimes « Points de passage maritimes stratégiques : naviguer entre les écueils », rapport 2024.]

<sup>67</sup> <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/technique/76949> (consulté le 27/03/2025 à 11h54)

<sup>68</sup> <https://www.petite-entreprise.net/> (publié le 07/04/2015, consulté le 27/03/2025 à 12h15)

applications ou des plateformes qui aident les utilisateurs à accomplir des tâches de manière plus efficace.<sup>69</sup>

### 3.1 Les techniques et outils classiques d'optimisation des itinéraires maritimes

Bien avant l'avènement des outils numériques et des logiciels de navigation, les marins s'efforçaient déjà de tracer les routes les plus efficaces en mer. Même si le concept d'optimisation n'était pas encore formalisé, leur démarche traduisait clairement une volonté de réduire la durée des trajets, d'éviter les zones dangereuses et de tirer profit des conditions naturelles telles que les vents et les courants. Sans assistance technologique, ils s'appuyaient sur leur savoir-faire, leur expérience et leur sens de l'observation pour prendre les meilleures décisions en mer. Cette approche, fondée sur l'analyse manuelle et l'intuition, constitue l'une des premières formes d'optimisation maritime, où chaque itinéraire était pensé en fonction de la sécurité, du gain de temps et de l'efficacité du parcours.

#### a) Les cartes marines papiers

Les cartes marines, aussi appelées cartes maritimes ou hydrographiques, sont des représentations graphiques indiquant les plans d'eau, notamment les profondeurs, les dangers sous-marins, les voies de circulation, les aides à la navigation et les zones côtières voisines.<sup>70</sup>

« **La carte marine papier** » est une synthèse graphique des renseignements nécessaires au navigateur pour situer son navire à tout instant, déterminer sa future route en toute sécurité et repérer les zones à éviter.<sup>71</sup>

- **Comment lire la carte marine ?**

La carte marine est un outil fondamental pour la navigation en mer. Elle offre une représentation précise des zones géographiques, des profondeurs et des caractéristiques maritimes, et permet ainsi aux navigateurs de se repérer et de planifier leurs trajets en toute sécurité. Le tableau ci-dessous récapitule les principales informations à connaître pour bien lire et interpréter une carte marine.

**Tableau II- 4: Les Clés de Lecture d'une Carte Marine**

Éléments	Description
<b>Echelle de la carte</b>	Indique la réduction de la réalité terrestre à la représentation cartographique. Plus l'échelle est grande, plus la carte est détaillée.
<b>Couleurs et symboles</b>	Différentes couleurs pour indiquer les profondeurs : bleu pour les faibles profondeurs, vert pour les zones rocheuses, blanc pour les

<sup>69</sup> <https://www.appvizer.fr/magazine/operations/gestion-de-projet/outils-tools-glossaire> (publié le 12/10/2024, consulté le 27/03/2025 à 12h22)

<sup>70</sup> [https://cartebateau.com/?\\_gl=1\\*3zep8f\\*\\_gcl\\_au\\*MTUzNjA3NDE0NS4xNzQzNzg4NTg4\\*\\_ga\\*MTEzMzQ3NzI1NC4xNzQzNzg4NTg5\\*\\_ga\\_1T61SL214X\\*MTc0Mzc4ODU4OC4xLjAuMTc0Mzc4ODU4OC42MC4wLjA](https://cartebateau.com/?_gl=1*3zep8f*_gcl_au*MTUzNjA3NDE0NS4xNzQzNzg4NTg4*_ga*MTEzMzQ3NzI1NC4xNzQzNzg4NTg5*_ga_1T61SL214X*MTc0Mzc4ODU4OC4xLjAuMTc0Mzc4ODU4OC42MC4wLjA) (Consulté le 27/03/2025 à 20h21)

<sup>71</sup> LE GUEN (É.), "Cartographie marine et informatique : Les systèmes informatiques pour la rédaction des cartes marines (papier et électronique)", CFC, N°202, Décembre 2009, pp. 79.

	zones profondes, La couleur noire est utilisée pour représenter les ports.
<b>Isobathes (lignes de sondes)</b>	Lignes représentant des zones de même profondeur sous l'eau, essentielles pour identifier les zones navigables et éviter les obstacles.
<b>Amers</b>	Points de repère fixes (phare, montagne, bâtiment, etc.) utilisés pour situer précisément la position du navire en mer.
<b>Phares et balises</b>	Indications des phares et des balises, qui aident à la navigation nocturne et en cas de mauvaise visibilité.
<b>Symbole de danger</b>	Symboles représentant des dangers potentiels comme les épaves, les obstacles sous-marins ou les récifs coralliens.
<b>Déclinaison magnétique</b>	Écart entre le nord magnétique et le nord géographique, essentiel pour ajuster les directions à suivre en mer.
<b>Courbes de niveau (relief terrestre)</b>	Courbes reliant des points de même altitude, permettant de déterminer les zones surélevées ou basses sur la carte.
<b>Profondeurs sous-marines(sondage)</b>	Profondeurs marines indiquées à intervalles réguliers par des chiffres, permettant de naviguer en sécurité dans des eaux peu profondes.

**Source :** élaboré par nos soins, d'après les informations disponibles sur le site suivant <https://www.nautic-way.com/fr/> (consulté le 27/03/2025 à 21h09).

La carte marine joue un rôle crucial dans l'optimisation des itinéraires maritimes en fournissant des informations détaillées sur les conditions géographiques et hydrologiques, telles que la profondeur des eaux, la nature des fonds marins, ainsi que les courants et vents dominants. Ces éléments nous permettent de déterminer les routes les plus sûres et les plus efficaces, tout en évitant les obstacles comme les roches affleurantes, les épaves et autres dangers sous-marins, ce qui contribue à réduire les risques d'accidents et les coûts de réparation des navires. De plus, la carte marine nous permet d'optimiser la consommation de carburant en identifiant les courants favorables ou défavorables et en facilitant le calcul précis des distances et des temps de trajet, ce qui simplifie la planification des opérations maritimes. L'utilisation d'outils comme la règle Cras et le compas de relèvement nous permet de tracer des itinéraires avec une grande précision, en tenant compte de la déclinaison magnétique et d'autres facteurs, rendant ainsi la navigation plus efficace. En somme, la carte marine est un instrument indispensable pour l'optimisation des itinéraires maritimes, offrant des informations essentielles pour garantir la sécurité, réduire les coûts logistiques et améliorer la gestion des trajets.

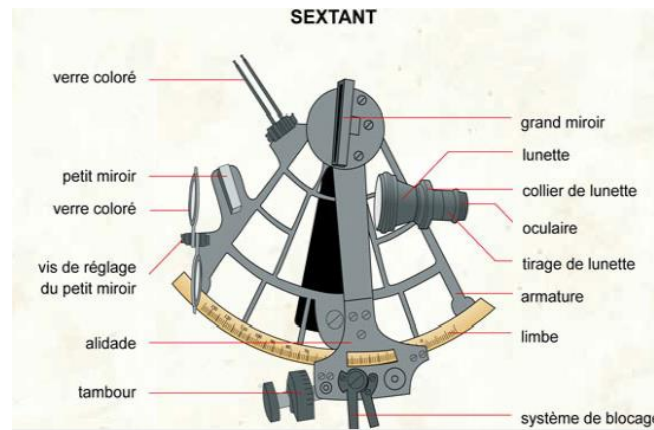
## b) Le sextant

Le sextant est un instrument de mesure angulaire utilisé principalement en navigation pour déterminer l'angle entre un astre (comme le soleil ou une étoile) et l'horizon. Il permet également d'effectuer des mesures horizontales. Composé de deux miroirs, il est souvent désigné comme un appareil à réflexion. Avant l'arrivée des technologies modernes comme le GPS, le sextant était essentiel pour déterminer la position des navires lorsqu'ils étaient loin des

côtes, en pleine mer. Il a permis aux navigateurs de localiser avec précision leur position et d'optimiser ainsi leurs itinéraires maritimes.

Inventé dans les années 1730 par John Hadley et Thomas Godfrey, le sextant remplaça rapidement l'astrolabe et l'octant comme outil principal de navigation. Il se compose d'une petite lunette pour viser l'horizon, de deux miroirs qui projettent l'image de l'objet visé, de filtres pour observer le Soleil, d'un bras mobile et d'un arc de cercle gradué. L'angle d'ouverture est de  $60^\circ$  (un sixième de cercle), d'où le nom de l'instrument.<sup>72 73</sup>

**Figure II- 4: Le sextant**



Source : <https://blogs.univ-jfc.fr/projetlaperouse/naviguer-au-xviiiie-siecle/officiers-et-matelots/instruments-et-techniques-de-navigation> (consulté le 27/03/2025 à 23h15)

Le sextant joue un rôle crucial dans l'optimisation des itinéraires maritimes en nous permettant de déterminer précisément notre position géographique en mer. Grâce à la mesure de l'angle entre un astre, comme le soleil ou une étoile, et l'horizon, il nous aide à calculer notre latitude et longitude avec une grande exactitude. Cela nous permet de naviguer de manière plus directe, en ajustant notre trajectoire pour éviter les détours inutiles, tout en minimisant les risques. Contrairement aux technologies modernes comme le GPS, le sextant ne dépend d'aucune infrastructure électronique, ce qui est un atout majeur en cas de panne des systèmes satellitaires. Ainsi, grâce à sa fiabilité et son indépendance, le sextant nous permet d'optimiser nos itinéraires maritimes, assurant une navigation plus précise et plus sécurisée.

### c) Le compas de barre

Le compas de barre, différent de la boussole classique, est un instrument de direction fixe utilisé à bord des navires pour indiquer le cap actuel du navire. Contrairement à la boussole, où l'aiguille mobile pointe toujours vers le nord, le compas de barre comporte un disque gradué qui pivote, indiquant la direction du bateau. Il est particulièrement utile pour maintenir une trajectoire constante pendant de longues périodes de navigation.

<sup>72</sup> <https://www.bateaux.com/theme/nautisme> (publié le 05/01/2022, consulté le 27/03/2025 à 22h34).

<sup>73</sup> <https://www.marinera.shop/fr/instruments-de-navigation-et-pendules/808-sextant-nautique-de-navigation.html> (consulté le 27/03/2025 à 23h08).

Dans l'optimisation des itinéraires maritimes, le compas de barre joue un rôle crucial en permettant au capitaine de maintenir une direction stable. Cela permet d'éviter les déviations involontaires et d'optimiser la route, en réduisant les risques de dérives dues à des courants ou des vents imprévus. En assurant un suivi constant du cap du navire, le compas de barre contribue à une navigation efficace, réduisant ainsi le temps de trajet et les coûts associés.

#### **d) Les bulletins météo**

Les bulletins météorologiques maritimes contiennent des prévisions détaillées sur les vents et les courants, deux éléments essentiels pour optimiser les trajets en mer. Par exemple, connaître la direction et l'intensité du vent peut aider à décider si un itinéraire particulier permettra de profiter des vents portants ou s'il faudra éviter des zones de vents contraires, qui ralentiraient le navire. Les courants marins peuvent également être utilisés à l'avantage du navire, en exploitant les courants favorables pour accélérer la traversée et réduire la consommation de carburant.

Les navigateurs utilisent ces informations pour choisir des itinéraires qui tirent parti des conditions météorologiques favorables et éviter celles qui pourraient augmenter les coûts ou le temps de parcours. L'optimisation des itinéraires devient ainsi une question de synchronisation avec les prévisions météorologiques.<sup>74</sup>

#### **e) La règle de Cras :**

La règle de Cras, inventée par l'amiral français Jean Cras, a été un outil clé dans l'optimisation des itinéraires maritimes avant l'avènement des technologies modernes de navigation. Ce modèle combinait une règle avec un rapporteur, permettant aux marins de tracer des routes précises ou de reporter des relèvements directement sur des cartes maritimes. L'innovation de la règle Cras résidait dans l'utilisation de deux rapporteurs imbriqués, ce qui permettait une plus grande précision sans nécessiter une règle trop large. Bien que la lecture de la règle demande un certain entraînement, elle a joué un rôle fondamental dans la navigation en mer, en offrant aux navigateurs un moyen efficace d'optimiser leurs trajets en fonction des distances, des relèvements et des courants. Cette méthode a été largement utilisée avant l'introduction des systèmes de positionnement global (GPS) et des logiciels de navigation automatisés, et elle demeure un symbole de la navigation traditionnelle.<sup>75</sup>

#### **f) L'algorithme de Dijkstra :**

L'algorithme de Dijkstra, développé en 1956 par l'informaticien néerlandais Edsger W. Dijkstra, est un outil fondamental pour l'optimisation des itinéraires maritimes. Il permet de déterminer le chemin le plus court entre deux points dans un réseau, en prenant en compte des critères comme la distance, le temps ou le coût. Appliqué à la navigation maritime, cet algorithme aide à calculer l'itinéraire optimal entre les ports en minimisant les coûts associés, tels que la consommation de carburant et les risques liés aux conditions de mer, comme les

---

<sup>74</sup> <https://www.lililamouette.com/le-bateau/la-vie-a-bord/les-instruments- navigation#compas%20de%20barre> (consulté le 28/03/2025 à 01h13)

<sup>75</sup> <https://www.bateaux.com/theme/conseils-techniques-nautisme> (publié le 14/12/2023, consulté le 29/03/2025 à 10h26)

courants ou les zones de navigation dangereuses. Fonctionnant par exploration itérative, il choisit à chaque étape le port non visité le plus proche et met à jour les distances jusqu'à atteindre la destination finale. Grâce à cette méthode, l'algorithme de Dijkstra s'avère crucial dans la planification des trajets maritimes, car il permet de garantir un transport sûr, rapide et économique des marchandises, en prenant en compte les spécificités du milieu maritime.<sup>76</sup>

### **3.2 Les techniques et outils modernes d'optimisation des itinéraires maritimes**

Les techniques et outils modernes d'optimisation des itinéraires maritimes sont essentiels pour améliorer l'efficacité logistique de l'exportation des hydrocarbures, en réduisant les coûts, en respectant les délais et en limitant l'impact environnemental. Cette sous-section se penche sur les méthodes et technologies les plus récentes utilisées pour optimiser les itinéraires maritimes, en particulier dans le domaine de l'exportation des produits pétroliers et gaziers, en vue d'assurer une gestion optimale des flux de transport à l'échelle internationale.

#### **a) Le routage météorologique**

Le routage météorologique est une technique moderne, il consiste à déterminer la meilleure route qu'un navire peut emprunter lors d'une traversée, en prenant en compte les conditions météorologiques, climatologiques et océanographiques. L'objectif est d'optimiser plusieurs critères : la rapidité, la sécurité, et l'économie de carburant, ou un compromis entre ces facteurs, selon les impératifs commerciaux du navire. Le choix de la route peut être effectué via un logiciel embarqué ou un centre de routage terrestre. Ces services, bien qu'efficaces, sont payants, avec des abonnements mensuels d'environ 1000 \$ par navire.

Les objectifs principaux du routage météorologique sont les suivants :

- Sécurité : déterminer une route permettant de naviguer en toute sécurité et d'éviter les dommages potentiels.
- Optimisation du temps et de la distance : réduire la durée et la distance de la traversée.
- Réduction de la consommation de carburant : limiter les coûts associés au carburant en choisissant l'itinéraire le plus économe.

Les services de routage météorologique sont généralement classés en trois catégories :

- Prévisions météorologiques : fourniture de données météorologiques détaillées pour la zone traversée, sans recommandation de route. La décision sur le choix de la route est laissée au capitaine, qui utilise un logiciel de routage.
- Routage au moindre temps : transmission des prévisions météorologiques accompagnées d'une recommandation de route optimisée pour le temps.

---

<sup>76</sup> <https://etudestech.com/> (publié le 27/05/2023, consulté le 29/03/2025 à 11h03)

- Routage au moindre carburant (Fuel Routing) : inclut les prévisions météorologiques, la recommandation de route et des conseils sur le régime moteur à adopter pour optimiser la consommation de carburant.<sup>77 78</sup>

**b) Les logiciels leaders dans l'optimisation des trajets maritimes**

Le tableau ci-dessus répertorie les principaux logiciels actuellement disponibles sur le marché, qui aident à la prise de décision pour l'optimisation des routes maritimes. Ces outils sont essentiels pour garantir l'efficacité et la rentabilité des trajets maritimes, en prenant en compte des critères tels que la planification des itinéraires et l'optimisation du temps de trajet.

**Tableau II- 5 : Logiciels d'optimisation des trajets maritimes et outils d'aide à la décision**

Logiciels	Planification de la route	Optimisation du temps de trajet
Fleetweather	Oui	Non
AMI Weather 3000	Oui	Non
Euronav	Oui	Non
Finish Meteorological institute	Oui	Non
FastSeas	Oui	Oui
ENAVpilot	Oui	Oui
Exepedition	Oui	Oui
AdrenaShip	Oui	Oui
Meteogroup-SPOS	Oui	Oui
Weather Routing Inc	Oui	Oui

**Source :** CHEVEAU (E) : Optimisation des routes maritimes : un système de résolution multicritère et dépendant du temps, thèse de doctorat, AIX-MARSEILLEUNIVERSITÉ,2018, p.32.

Le tableau répertorie différents logiciels utilisés dans l'optimisation des trajets maritimes et l'aide à la décision. Il distingue deux catégories de fonctionnalités : la planification de la route et l'optimisation du temps de trajet.

Logiciels de planification de la route : Ces logiciels (Fleetweather, AMI Weather 3000, Euronav, et Finnish Meteorological Institute) offrent principalement des outils permettant de planifier les itinéraires en fonction des conditions météorologiques et maritimes. Cependant, ces outils ne sont pas spécifiquement conçus pour l'optimisation du temps de trajet. Ils servent plutôt à déterminer la meilleure route en termes de sécurité, en prenant en compte les conditions environnementales.

<sup>77</sup> CHEVEAU (E) : Optimisation des routes maritimes : un système de résolution multicritère et dépendant du temps, thèse de doctorat, AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ,2018, p.28.

<sup>78</sup> VACHIAS, (Y.) : « Routage Météorologique. Le capitaine est-il encore libre de son choix de route ? », in Neptunus, revue électronique, Centre de Droit Maritime et Océanique, Université de Nantes, Vol. 18, 2012/1, pp.2.

Logiciels d'optimisation du temps de trajet : Des logiciels comme FastSeas, eNAVpilot, Expedition, AdrenaShip, Meteogroup-SPOS, et Weather Routing Inc. ne se contentent pas de planifier les itinéraires, mais optimisent également la durée du trajet en fonction de critères tels que les conditions météorologiques et l'état de la mer, permettant ainsi de réduire le temps de navigation et d'augmenter l'efficacité du trajet.

### **c) Les navires autonomes**

Les navires autonomes représentent une avancée technologique majeure dans le secteur du transport maritime, avec des applications significatives pour l'optimisation des itinéraires maritimes dans le cadre de l'exportation des hydrocarbures. En intégrant des systèmes de navigation autonomes, ces navires peuvent analyser en temps réel leur environnement, et ajuster leurs trajectoires pour éviter les risques et réduire les coûts liés au trajet. L'autonomie de conduite permet d'optimiser la gestion des routes maritimes en utilisant des capteurs avancés pour détecter les conditions météorologiques, les obstacles et les changements dans les réglementations maritimes.

En ce sens, les navires autonomes offrent des solutions pour maximiser l'efficacité énergétique, un critère particulièrement important dans l'exportation des hydrocarbures, où la consommation de carburant représente une part significative des coûts logistiques. Par exemple, le projet Munin a développé un système de navigation autonome permettant d'optimiser la trajectoire d'un navire en fonction de données environnementales, ce qui pourrait considérablement réduire les coûts liés au transport maritime de produits pétroliers comme le naphta. De plus, ces technologies permettent une surveillance continue des systèmes du navire, réduisant les risques de pannes et assurant une meilleure gestion de la maintenance prédictive. En résumé, l'intégration de navires autonomes dans le transport des hydrocarbures pourrait non seulement améliorer l'efficacité énergétique, mais également offrir des opportunités pour une meilleure planification des itinéraires, contribuant ainsi à une réduction substantielle des coûts logistiques et des risques environnementaux.<sup>79</sup>

## **3.3 Les systèmes intelligents de gestion logistique appliqués au transport maritime**

Au-delà des outils de navigation et des technologies embarquées, l'optimisation des itinéraires maritimes repose également sur des systèmes intelligents de gestion logistique, capables de coordonner l'ensemble des flux et de soutenir la prise de décision.

Ces outils numériques permettent de centraliser l'information, d'assurer un suivi en temps réel des opérations, et de prendre des décisions plus rapides et efficaces, tout en s'intégrant dans une logique d'optimisation continue des flux logistiques.

### **3.3.1 Les systèmes ERP et TMS :**

Parmi les outils les plus utilisés dans la gestion logistique moderne figurent les systèmes ERP et TMS.

---

<sup>79</sup> CHESNEAU(A) : « Les navires autonomes ». Enjeux et impacts d'une navigation sans équipage dans le monde maritime, Mémoire pour l'obtention du Master 2 Droit Maritime, Faculté de Droit et de Science politique, 2017, p.7-20.

a) **Enterprise Resource Planning (ERP)** : Dans le contexte du transport maritime, un système ERP permet d'intégrer et de synchroniser les opérations logistiques, commerciale et financières, afin de garantir une gestion efficace et centralisée des flux et des ressources.

80

b) **Système de gestion des transports (TMS, Transportation Management System)**

Un (TMS) est une solution technologique qui permet de planifier, suivre et optimiser les opérations de transport de marchandises, tout en assurant la conformité réglementaire et la disponibilité des documents requis. Intégré dans la chaîne logistique globale, il offre une visibilité complète sur les flux, facilite la gestion des expéditions, et améliore l'efficacité des livraisons, notamment dans le mode maritime.<sup>81</sup>

Un TMS peut aider n'importe quelle entreprise à planifier, exécuter et optimiser les déplacements de marchandises.

**Tableau II- 6: Comparaison entre ERP et TMS dans l'optimisation des flux maritimes**

Système	Utilité dans le TM
ERP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planification des expéditions</li> <li>- Gestion des stocks de produits pétroliers</li> <li>- Suivi administratif et douanier</li> <li>- Coordination entre les départements logistique, commercial et opérationnel</li> </ul>
TMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choix des routes maritimes selon les coûts/délais</li> <li>- Réduction des temps d'attente portuaire</li> <li>- Optimisation de l'utilisation des navires</li> <li>- Amélioration de la visibilité logistique</li> </ul>

Source : élaboré par nos soins, par adaptation.

Bien que les technologies de gestion comme les ERP ou les TMS soient souvent présentées comme des solutions flexibles et collaboratives, leur mise en œuvre dans les entreprises tend, dans de nombreux cas, à renforcer la centralisation des processus et les dispositifs de contrôle. En pratique, ces outils sont fréquemment utilisés pour structurer rigoureusement les échanges, normaliser les pratiques et accroître la visibilité des coûts à travers des mécanismes de gestion très encadrés. Cette évolution traduit une tension entre l'idéal de flexibilité numérique et la réalité d'un pilotage organisationnel renforcé<sup>82</sup>

**3.3.2 L'IOT et le suivi en temps réel**

Dans un contexte où la maîtrise des flux logistiques est devenue un enjeu stratégique, l'intégration de technologies telles que l'Internet des Objets (IoT) et le suivi en temps réel constitue une avancée majeure pour le transport maritime. En fournissant des données instantanées sur la position, l'état des navires et les conditions d'acheminement, ces dispositifs

<sup>80</sup> <https://www.oracle.com/africa-fr/scm/logistics/transportation-management/what-is-transportation-management-system/> (consulté le 02/04/2025 à 21h54)

<sup>81</sup>

<sup>82</sup> BENGHOZI (P, J) : Technologies de l'information et organisation : de la tentation de la flexibilité la centralisation, Édition Centre de recherche de l'Ecole polytechnique, Paris, France,2001, p.71.

permettent non seulement d’optimiser les itinéraires, mais aussi d’accroître la sécurité, la traçabilité et la réactivité tout au long de la chaîne logistique.

**a) L’internet des objets (IOT) :**

L’Internet des Objets (IoT) désigne un ensemble de technologies qui permettent de connecter des objets physiques à Internet, dans le but de collecter, transmettre et analyser des données à distance. Dans le secteur du transport maritime, l’IoT repose principalement sur l’utilisation de capteurs intelligents installés sur les navires, les conteneurs, les citernes ou encore les infrastructures portuaires. Ces capteurs recueillent en temps réel des informations telles que la température, la pression, l’humidité, l’état du carburant, la géolocalisation ou les vibrations mécaniques. Ces données sont ensuite centralisées dans des systèmes de gestion qui permettent d’assurer un suivi précis, d’anticiper les anomalies et d’améliorer la prise de décision logistique.<sup>83</sup>

**Tableau II- 7 : Résumé des apports de l’IoT dans le transport maritime**

Le tableau suivant présente une synthèse des principales contributions de l’Internet des Objets (IoT) dans la modernisation du transport maritime.

<b>Aspect</b>	<b>Application concrètes de l’IoT</b>	<b>Bénéfices</b>
<b>Surveillance des équipements</b>	Capteurs connectés aux moteurs, systèmes mécaniques et PLC à bord	Anticipation des pannes, maintenance prédictive, réduction des arrêts non planifiés
<b>Optimisation de la navigation</b>	Collecte des données météo, géolocalisation, état des navires	Ajustements dynamiques des itinéraires, réduction des risques, efficacité accrue
<b>Gestion portuaire intelligente</b>	Transmission des données entre navires et ports (disponibilité des quais, délais)	Réduction des temps d’attente, modulation de la vitesse des navires, économie de carburant
<b>Durabilité et efficacité énergétique</b>	Suivi énergétique en fonction de la navigation et des conditions portuaires	Réduction de la consommation des carburants et de l’impact environnemental

Source : élaboré par nos soins, par adaptation.

**b) Le suivi en temps réel (tracking GPS / AIS)**

Le Système de Positionnement Global (GPS) est un outil fondamental pour l’optimisation des itinéraires maritimes, un aspect essentiel dans la gestion logistique du transport des produits pétroliers par Sonatrach. Le GPS permet aux navires de connaître précisément leur position, leur vitesse et leur cap en temps réel, facilitant ainsi la planification des itinéraires les plus efficaces en termes de temps et de consommation de carburant. Dans le contexte de l’optimisation des routes maritimes, il joue un rôle crucial en permettant aux capitaines de naviguer de manière plus sûre et plus économique, en évitant les zones de danger et en réduisant les distances parcourues. De plus, les technologies complémentaires comme le GPS différentiel

<sup>83</sup> <https://www.redhat.com/fr/topics/internet-of-things/what-is-iot> (consulté le 03/04/2025 à 10h32)

(DGPS) offrent une précision accrue, ce qui est particulièrement utile dans les zones portuaires et les voies navigables. En outre, l'intégration du GPS avec des systèmes comme le Système d'Identification Automatique (AIS) améliore la sécurité en mer et dans les ports, facilitant le suivi des navires et des cargaisons. La modernisation du GPS, avec l'introduction de nouveaux signaux, promet de renforcer davantage la fiabilité et la précision, contribuant ainsi à l'optimisation continue des itinéraires maritimes dans le cadre des activités de Sonatrach.<sup>84</sup>

### 3.3.3 L'intelligence artificielle (IA)

Avec la croissance massive des données générées par les technologies connectées, l'intelligence artificielle (IA) et le Big Data jouent un rôle central dans l'exploitation de ces informations à des fins d'optimisation logistique. Dans le secteur maritime, leur intégration permet une analyse prédictive, une prise de décision autonome et une gestion plus performante des itinéraires.

L'intelligence artificielle (IA) s'impose comme un levier stratégique pour les entreprises exportatrices, notamment dans le domaine des hydrocarbures. Son intégration vise à améliorer l'efficacité logistique, réduire les coûts opérationnels et renforcer la sécurité en mer.

L'IA permet d'analyser en temps réel des données multiples (conditions météo, vitesse du navire, consommation, zones à risque) afin de proposer des itinéraires maritimes optimaux.

Exemple : le logiciel MATSYA

- Logiciel développé par ATOS, reposant sur un algorithme d'optimisation multi-objectif.
- Génère des itinéraires optimaux en moins de dix secondes.
- Prend en compte la vitesse pour réduire la consommation de carburant, avec un gain estimé à 5 %.
- Permet aux opérateurs d'ajuster dynamiquement leur navigation selon plusieurs critères (coût, météo, consommation).

Exemple avancé : Mayflower Autonomous Ship (MAS)

- Navire autonome fonctionnant à l'énergie solaire, sans équipage ni connexion internet continue.
- Équipé de technologies d'IA comme le deep learning, les systèmes de règles (ODM) et l'optimisation par contraintes (CPLEX).
- Capable d'analyser son environnement, de prendre des décisions et de s'adapter à des situations complexes, même dans des zones à forte densité de trafic maritime.<sup>85 86</sup>

---

<sup>84</sup> <https://www.gps.gov/applications/marine/french.php> (consulté le 03/04/2025 à 12h51)

<sup>85</sup> <https://www.riality.fr/ia-transport-mobilite-maritime/> (consulté le 03/04/2025 à 21h23)

<sup>86</sup> <https://newsroom.ibm.com/then-and-now> (consulté le 03/04/2025 à 21h34)

## **Conclusion du deuxième chapitre**

Le 2<sup>ème</sup> chapitre a permis de poser les fondations théoriques et pratiques nécessaires à la compréhension de l'optimisation des itinéraires maritimes dans le cadre de l'exportation des hydrocarbures. À travers l'analyse détaillée des différentes phases du processus de transport maritime, nous avons démontré que chaque étape de la planification stratégique jusqu'à la livraison finale offre des leviers d'optimisation qui peuvent réduire significativement les coûts et améliorer l'efficacité logistique globale.

L'étude des principes et enjeux de l'optimisation a révélé l'importance de considérer l'optimisation des itinéraires maritimes non seulement sous l'angle des coûts directs, mais aussi comme un vecteur de performance durable, capable de répondre aux exigences d'un marché mondial de plus en plus complexe. Cette optimisation repose sur une vision intégrée qui prend en compte les facteurs géopolitiques, économiques et environnementaux, tout en s'appuyant sur des outils modernes et une gestion proactive des risques.

Par ailleurs, l'analyse des techniques et outils d'optimisation a permis de souligner l'évolution des pratiques logistiques maritimes, de la méthode classique aux approches plus sophistiquées utilisant les technologies avancées. L'intégration de l'intelligence artificielle, de l'analyse prédictive et des systèmes d'aide à la décision a permis de franchir un nouveau cap en matière de gestion des itinéraires, augmentant ainsi la compétitivité des entreprises opérant dans le secteur.

En définitive, ce chapitre a posé un socle théorique solide pour l'étude de cas qui suivra, permettant d'appréhender concrètement l'impact des stratégies d'optimisation sur la performance de Sonatrach dans le cadre de l'exportation de ses hydrocarbures vers l'Europe.

**CHAPITRE III : ETUDE DES CAS «  
OPTIMISATION DES ITINERAIRES  
MARITIMES DE SONATRACH »**

---

### **Introduction générale du chapitre III**

Après avoir posé les fondements théoriques de notre recherche, ce chapitre marque une transition essentielle vers sa dimension empirique. Il s'articule autour de quatre axes complémentaires qui assurent à la fois l'ancrage institutionnel de l'étude et la mise en œuvre rigoureuse de la démarche scientifique.

Dans un premier temps, nous présentons l'organisme d'accueil, Sonatrach, acteur majeur de l'industrie pétrolière nationale et internationale, en mettant l'accent sur son organisation interne, notamment l'activité Commercialisation et la Direction Transport Maritime, qui constitue le cœur opérationnel de notre problématique.

La deuxième section est consacrée à la démarche méthodologique adoptée dans le cadre de cette recherche. Elle précise les justifications du choix du thème, les objectifs de l'étude, les approches mobilisées (qualitative, quantitative et documentaire), ainsi que les outils retenus pour la collecte et l'analyse des données.

Nous poursuivons ensuite par une analyse des données issues des entretiens semi-directifs, menée auprès de cadres et d'agents impliqués dans les opérations d'exportation du naphta. Cette analyse met en lumière les pratiques actuelles, les contraintes rencontrées, ainsi que les perceptions internes quant aux leviers d'optimisation possibles.

Enfin, ce chapitre se conclut par la présentation d'un cas d'étude concret, construit autour de deux scénarios contrastés d'exportation. Cette démarche permet d'illustrer de manière appliquée les impacts logistiques d'un itinéraire optimisé ou non, en termes de délais, de coûts et de performance globale.

## Section 01 : Présentation de l'organisme d'accueil

Sonatrach occupe une position de leader dans l'industrie des hydrocarbures en Afrique et représente le principal acteur des échanges internationaux en Algérie. En tant que premier producteur et exportateur d'hydrocarbures du pays, Sonatrach joue un rôle essentiel dans l'économie algérienne. Cette étude se concentre sur cette entreprise en raison de son importance stratégique dans l'exportation des produits pétroliers, notamment par le biais du transport maritime, qui constitue un défi logistique majeur. La compréhension de Sonatrach et de ses opérations est donc cruciale pour l'analyse de l'optimisation des itinéraires maritimes dans le cadre de cette recherche.

### 1.1 Présentation générale de SONATRACH

Depuis sa fondation en 1963, la société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures qui a pris comme dénomination sociale « **SONATRACH** » s'est imposée comme le principal acteur du secteur pétrolier et gazier en Algérie. Elle assure l'intégralité de la chaîne de valeur des hydrocarbures, de la recherche à la commercialisation, en passant par la production, le transport et la transformation. Si, à ses débuts, SONATRACH se concentrait sur le développement des infrastructures de transport, elle a élargi son champ d'action au fil des années pour inclure des secteurs stratégiques tels que le raffinage, la pétrochimie et le traitement du gaz naturel.

La nationalisation du secteur des hydrocarbures en 1971 a permis à SONATRACH de devenir le moteur central de l'industrie pétrolière et gazière en Algérie. En 1998, la société a été transformée en une Société par Actions (SPA), tout en restant sous contrôle public, ce qui a renforcé sa position stratégique et sa flexibilité opérationnelle.

Aujourd'hui, SONATRACH est la première entreprise exportatrice de l'Algérie, représentant plus de 95 % des recettes en devises étrangères, et elle contribue à plus de 50 % des revenus fiscaux du pays. La société produit annuellement 1 479 millions de barils équivalents pétrole (BEP), soit environ 4,1 millions de BEP par jour.

Avec près de 200 000 employés répartis sur 154 filiales, SONATRACH est une entreprise incontournable non seulement en Algérie, mais aussi à l'international. Elle se distingue aujourd'hui par plusieurs atouts :

- Plus de 30 partenariats dans le domaine de l'Amont.

- Une législation attrayante pour les partenariats dans le secteur des hydrocarbures.
- Un vaste domaine minier à explorer, couvrant environ 1,5 million de km<sup>2</sup>.
- Plus de 50 ans de maîtrise technologique dans l'industrie des hydrocarbures.
- De nombreuses opportunités de développement dans la pétrochimie et les énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire, avec une moyenne de 3 000 heures d'ensoleillement par an.
- Une approche de partage des bénéfices et des risques, qu'ils soient techniques, financiers, environnementaux, ou liés aux ressources.
- Une proximité stratégique avec les grands marchés internationaux.
- Un fournisseur fiable et flexible dans la livraison de gaz naturel.

### **1.1.1 Les missions de SONATRACH**

- Développement et exploitation des gisements d'hydrocarbures liquides et gazeux, ainsi que des installations associées.
- Conception et mise en œuvre des programmes de forage, d'exploitation et de développement en fonction des besoins d'implantation.
- Réalisation d'études d'ingénierie pour le développement et l'exploitation des champs d'hydrocarbures, y compris l'ingénierie de base et de détail des installations.
- Construction et gestion des infrastructures nécessaires pour le transport terrestre d'hydrocarbures.
- Transformation, raffinage et commercialisation des hydrocarbures ainsi que de leurs produits dérivés pour les marchés nationaux et internationaux.
- Prise de participations dans des sociétés algériennes et étrangères pour diversifier les activités de l'entreprise.
- Développement de partenariats et d'activités conjointes en Algérie et à l'international pour soutenir la croissance durable.
- Gestion et optimisation des réseaux de transport, de stockage et de chargement des hydrocarbures, en veillant à leur efficacité.<sup>87</sup>

### **1.1.2 Les objectifs de SONATRACH**

Les objectifs de SONATRACH, en tant qu'acteur central de l'industrie pétrolière et gazière en Algérie, sont multiples et s'inscrivent dans une logique de développement durable, d'innovation technologique et de compétitivité sur le marché international.

---

<sup>87</sup> <https://www.institut-numerique.org/> (Consulté le 10/04/2025 à 18h49)

- Assurer un transport sûr, efficace et économique des hydrocarbures, tant à l'échelle nationale qu'internationale, pour soutenir les besoins du marché.
- Garantir une fourniture continue et fiable d'énergie en prévision des besoins futurs, en intégrant les nouvelles technologies pour sécuriser l'approvisionnement.
- Mettre à jour et optimiser les pratiques de gestion des ressources énergétiques pour améliorer l'efficacité opérationnelle et renforcer la compétitivité.
- Renforcer la position de SONATRACH sur les marchés nationaux et internationaux en diversifiant ses activités et en développant de nouvelles sources de revenus.
- Remplacer les réserves d'hydrocarbures extraites par de nouvelles découvertes et améliorer le taux de récupération des gisements existants.
- Accélérer les processus de développement des nouveaux gisements pour réduire les délais entre leur découverte et la mise en production effective.
- Optimiser les processus pour minimiser les pertes dans toutes les étapes, de la production à la commercialisation des hydrocarbures.
- Maximiser les exportations pour accroître la part de marché de l'Algérie à l'international et générer davantage de devises étrangères.<sup>88</sup>

### 1.1.3 Organisation de SONATRACH

Afin d'assurer une gestion efficace et coordonnée de ses activités, SONATRACH a structuré son organisation autour d'une macrostructure intégrant des structures fonctionnelles. Celles-ci ont pour mission de soutenir les activités opérationnelles, de gérer l'informatique et le reporting, d'élaborer les outils de pilotage, et de garantir une coordination cohérente à l'échelle du groupe.

L'organigramme de SONATRACH s'articule autour de trois pôles principaux :

- La Direction Générale.
- Les Structures Opérationnelles.
- Les Structures Fonctionnelles.

#### 1.1.3.1 Direction Générale

Depuis 1998, le Président-Directeur Général (PDG) de SONATRACH est nommé par décret présidentiel, publié au Journal Officiel. Le PDG est épaulé par plusieurs entités :

- Un Comité Exécutif, chargé de l'assister dans ses décisions stratégiques.
- Un Secrétaire Général, responsable du suivi global et de la cohérence managériale du groupe.

---

<sup>88</sup> SONATRACH, Rapport Annuel, 2019.

- Le Comité d'Examen et d'Orientation (CEO), chargé de soutenir les travaux des organes sociaux de SONATRACH.
- Le Service de Sûreté Industrielle (SSI), qui dépend directement de la Direction Générale.

### 1.1.3.2 Structures Opérationnelles :

Les structures opérationnelles représentent le cœur des activités industrielles de SONATRACH. Elles sont organisées autour de quatre grandes filières, chacune pilotée par un Vice-Président. Ces structures sont responsables de l'exécution des métiers du groupe ainsi que du développement de son portefeuille d'activités, tant sur le plan national qu'international.

- **Exploration - Production**

Activités : Exploration, Production, Forage, Data Control, Petroleum Engineering & Développement, Centre de Recherche & Développement, Engineering & Construction, Affaires Internationales.

- **Liquéfaction - Pétrochimie - Raffinage (LPR)**

Activités : Liquéfaction du gaz naturel, Séparation des GPL, Raffinage du pétrole, Pétrochimie, Études et Nouvelles Technologies.

- **Transport par Canalisation (TRC)**

Activités : Exploitation des réseaux de transport (oléoducs, gazoducs), Maintenance, Développement et Études techniques, gestion des installations portuaires.

- **Commercialisation (COM)**

Activités : Vente sur les marchés étrangers (pétrole brut, produits raffinés, GNL, GPL, gaz naturel), distribution sur le marché national, transport maritime des hydrocarbures.

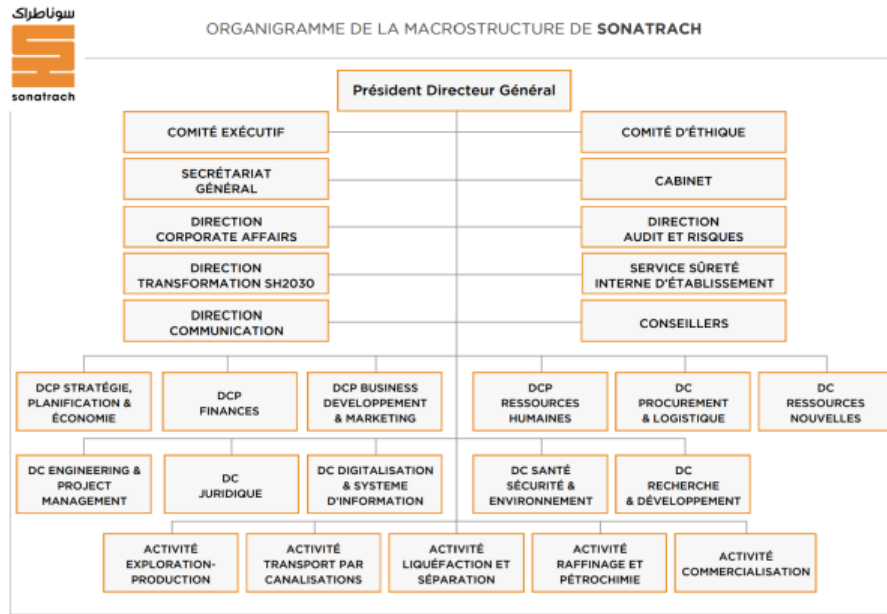
### 1.1.3.3 Structures Fonctionnelles

Les structures fonctionnelles assurent le pilotage transversal, la coordination stratégique et le support administratif. Elles sont divisées en deux catégories :

- **Les Directions Coordination Groupe (DCG)**
  - DCG Engineering et Développement.
  - DCG Finances.
  - DCG Ressources Humaines.
  - DCG Stratégie, Planification et Économie.
  - DCG Activités Centrales.
- **Les Directions Centrales (DC)**
  - DC Juridique.

- DC Audit Groupe.
- DC Procurement et Logistique.
- DC Santé, Sécurité et Environnement.
- DC Gestion des Associations.

1.1.4 Organigramme de SONATRACH



Source : <https://sonatrach.com/organisation> (consulté le 10/04/2025 à 21h38)

En tant qu'acteur stratégique de l'économie algérienne et leader dans le secteur des hydrocarbures, SONATRACH couvre l'intégralité de la chaîne de valeur, de l'exploration des ressources jusqu'à leur commercialisation. Cette intégration verticale lui permet de maîtriser l'ensemble du processus, d'optimiser ses performances et de garantir une offre énergétique compétitive, fiable et durable.

SONATRACH intervient sur toute la chaîne des hydrocarbures :

- Exploration -Production.
- Transport par canalisations.
- Liquéfaction - séparation du gaz.
- Raffinage -pétrochimie.
- Commercialisation nationale et internationale.

Dans le cadre de notre stage, nous avons eu l'opportunité d'intégrer l'activité de Commercialisation au sein de Sonatrach, plus précisément au sein de la Direction Transport ainsi que la Direction Opération Hydrocarbures Liquides. Ces directions sont parmi les éléments clés de l'organisation., responsable de la gestion et de l'optimisation des flux de

transport maritime des hydrocarbures. L'activité commerciale de Sonatrach est structurée en plusieurs divisions et départements.

Nous débuterons par une présentation détaillée de l'activité de Commercialisation, en mettant en lumière ses principales composantes et son organisation au sein de l'entreprise.

## **1.2 Présentation de l'activité commercialisation**

L'Activité Commercialisation est divisée en deux principales catégories : Structures Opérationnelles et Structures Fonctionnelles.

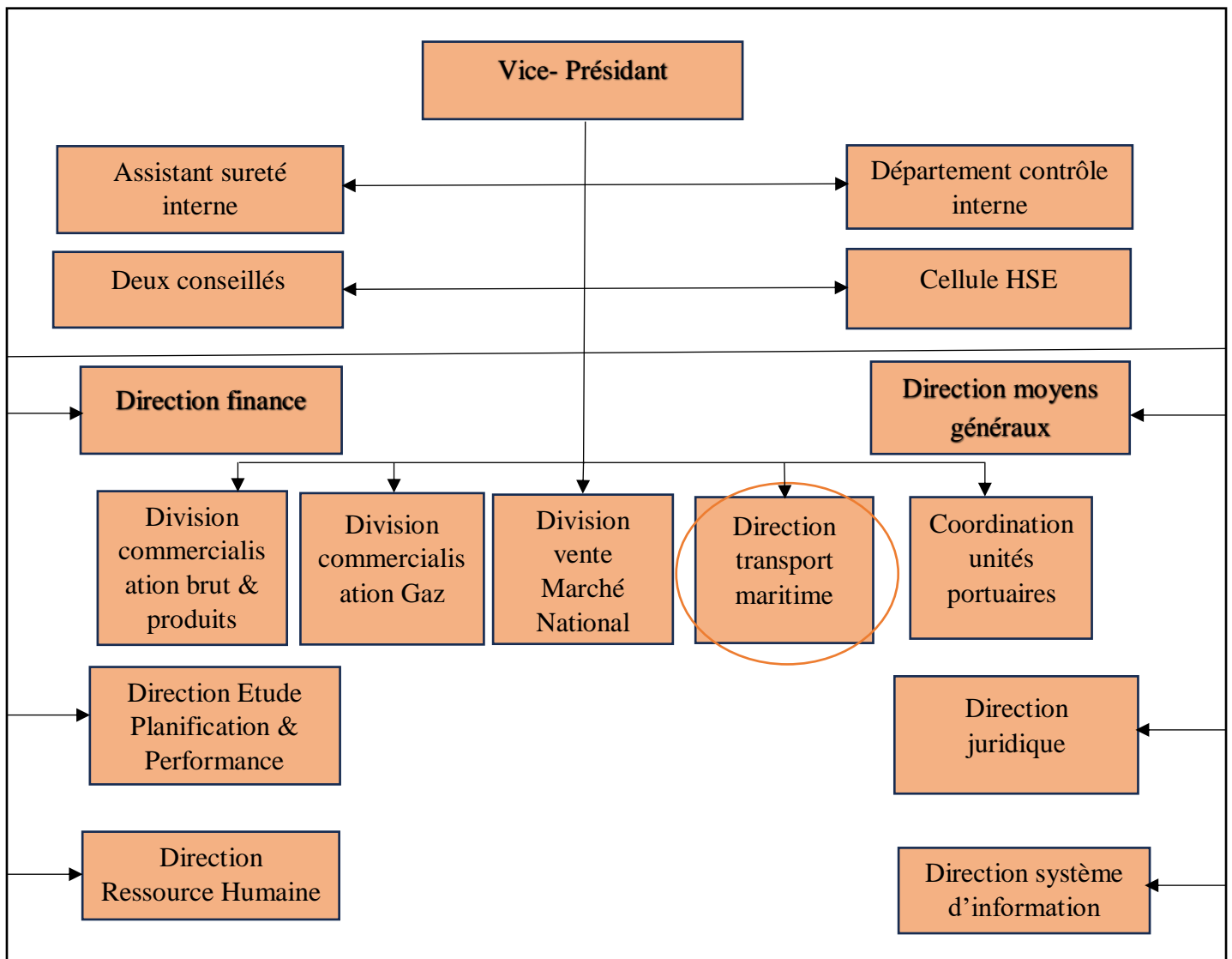
### **1.2.1 Structures Opérationnelles :**

- Division Commercialisation Pétrole Brut et Produits Pétroliers : Inclut les directions et départements responsables de la commercialisation et du reporting des hydrocarbures liquides (Pétrole brut, condensat, produits pétroliers et dérivés).
- Division Commercialisation Gaz : Gère la commercialisation du gaz naturel et du GPL, avec des départements dédiés à l'analyse et aux opérations gazeuses.
- Division Ventes Marché National : Focalisée sur la vente des produits pétroliers et gaz sur le marché national, avec des équipes d'analyse et de reporting.
- Coordination des Unités Portuaires : Regroupe les unités portuaires situées à Skikda, Alger/Bejaia et Arzew, avec un département qualité.
- Direction Transport Maritime : Responsables du transport maritime des hydrocarbures liquides, du GNL et du GPL.

### **1.2.2 Structures Fonctionnelles :**

- Direction des Études, Planification et Performances : En charge de l'analyse des marchés, des études énergétiques et de la planification stratégique.
- Direction des Finances : Gère la comptabilité, la trésorerie et le contrôle financier.
- Direction des Ressources Humaines : Focalisée sur la gestion des carrières et du personnel.
- Direction des Technologies de l'Information : Gère les solutions métiers, les réseaux et la sécurité des systèmes d'information.
- Direction Juridique : Responsable des contrats et de la veille réglementaire.
- Direction des Moyens Généraux : En charge de la logistique, du contrôle interne, de la sécurité, et des relations extérieures.

### 1.2.3 Organigramme de l'activité (COM)



Source : document interne de l'entreprise.

## 1.3 Présentation de la direction transport maritime

La Direction du Transport Maritime, intégrée au sein de la Division Commercialisation, occupe une position stratégique dans l'organisation. Elle est responsable de la gestion et de l'optimisation des opérations de transport maritime des hydrocarbures, notamment pour les hydrocarbures liquides, le Gaz Naturel Liquéfié (GNL) et le Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL). Cette direction joue ainsi un rôle crucial dans l'efficacité logistique et le bon déroulement des activités d'exportation et de distribution des hydrocarbures par voie maritime.

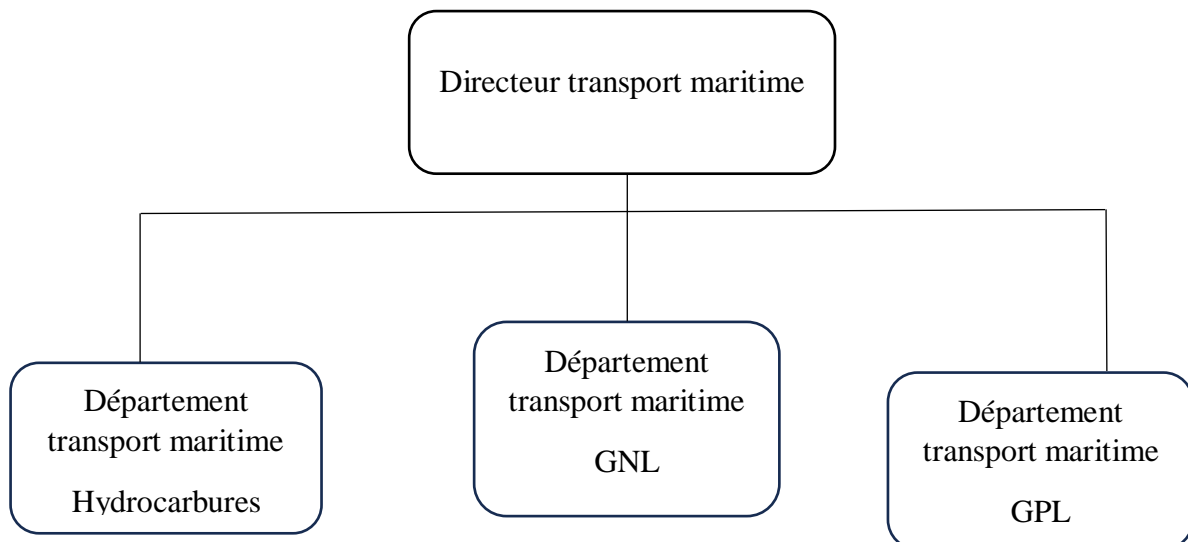
### 1.3.1 Les missions de la direction TM

- La Direction du Transport Maritime assume plusieurs missions essentielles, dont les suivantes :
- Contribuer à la définition, à l'élaboration et à la mise en œuvre de la politique et des stratégies relatives à la commercialisation et à la valorisation des hydrocarbures

- Mettre en œuvre les plans de commercialisation des hydrocarbures, en particulier en matière d'affrètement des navires ;
- Négocier, conclure et réviser les contrats d'affrètement et de sous-affrètement des navires, conformément aux procédures en vigueur, afin d'assurer les capacités de transport maritime nécessaires à la réalisation des objectifs d'exportation, d'importation et de cabotage ;
- Gérer la flotte en exploitation, conformément aux Chartes Parties ;
- Coordonner et suivre les arrêts techniques et les opérations de maintenance des navires en service ;
- Suivre l'acquisition des certifications nécessaires et vérifier l'état des vettings pour la flotte en exploitation ;
- Assurer la compatibilité des navires affrétés avec les infrastructures des ports de chargement et de déchargement ;
- Négocier et traiter les dossiers relatifs aux surestaries ;
- Gérer la facturation des montants à recouvrer et l'ordonnancement des paiements dans le cadre de la gestion de la flotte ;
- Participer aux études et négociations concernant l'acquisition de nouvelles capacités de transport maritime ;

Effectuer un reporting régulier à l'Activité Commercialisation concernant les aspects liés au transport maritime des hydrocarbures.<sup>89</sup>

### 1.3.2 Organigramme de la direction transport maritime



Source : document interne de l'entreprise, 2025.

<sup>89</sup> Décision A-572 (R6) du 07 juin 2022, portant organisation de l'Activité Commercialisation de Sonatrach, inspirer d'un document interne de l'entreprise.

La Direction du Transport Maritime est structurée en plusieurs départements spécialisés, chacun chargé d'un segment spécifique du transport maritime des hydrocarbures :

- Le Département Transport Maritime des Hydrocarbures Liquides (HL) est chargé d'assurer le transport maritime des hydrocarbures liquides dans des conditions optimales de sécurité, d'efficacité et de conformité aux normes en vigueur.
- Le Département Transport Maritime du Gaz Naturel Liquéfié (GNL) veille à l'organisation, à la gestion et à la sécurisation du transport maritime du GNL, garantissant ainsi la continuité des opérations d'exportation dans le respect des exigences techniques et réglementaires.
- Le Département Transport Maritime du Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL) assure quant à lui la prise en charge du transport maritime du GPL, en mettant en œuvre les moyens nécessaires pour garantir la sécurité, la performance logistique et la conformité des opérations.

### **1.3.3 Le Département Transport Maritime des Hydrocarbures Liquides (HL)**

Le Département du Transport Maritime des Hydrocarbures Liquides joue un rôle central dans la mise en œuvre opérationnelle des stratégies de commercialisation des hydrocarbures. Ses principales missions consistent à :

- Contribuer à l'exécution des plans de commercialisation en matière de transport maritime des hydrocarbures liquides ;
- Participer à la négociation, la conclusion et le suivi des contrats d'affrètement et de sous-affrètement des navires, dans le respect des procédures internes, afin d'assurer les capacités logistiques nécessaires à l'exportation, l'importation et au cabotage des produits pétroliers
- Assurer la gestion effective des Chartes-Parties, en garantissant leur bonne exécution tout au long des opérations de transport ;
- Superviser les arrêts techniques et les opérations de maintenance des navires en exploitation afin d'assurer leur disponibilité et leur conformité aux exigences de sécurité et de performance ;
- Suivre l'état des vettings des navires, en veillant à leur conformité avec les standards de qualité, de sécurité et d'environnement en vigueur ;
- Vérifier la compatibilité technique des navires affrétés avec les infrastructures portuaires de chargement et de déchargement, dans le but d'assurer des opérations fluides et sécurisées ;
- Gérer les aspects contractuels et financiers liés aux surestaries, incluant la négociation et le traitement des réclamations, qu'elles soient en faveur ou en défaveur de l'Activité ;
- Effectuer la facturation des créances à recouvrer et l'ordonnancement des paiements relatifs à la gestion de la flotte maritime ;

- Participer aux études techniques et économiques relatives à l'acquisition de nouvelles capacités de transport maritime, notamment dans le cadre de projets de renouvellement ou d'expansion de la flotte.<sup>90</sup>

#### **1.4 Aperçu du secteur pétrolier algérien et des exportations de Sonatrach**

L'industrie pétrolière et gazière constitue l'ossature de l'économie algérienne depuis les premières découvertes d'hydrocarbures au Sahara dans les années 1950. Ce secteur demeure aujourd'hui le principal moteur de croissance du pays, représentant environ 95 % des recettes d'exportation et près de 60 % du budget de l'État. Au cœur de cette dynamique se trouve Sonatrach, société nationale des hydrocarbures, créée en 1963, qui assure un rôle stratégique dans toutes les étapes de la chaîne de valeur énergétique : exploration, production, transformation, transport et commercialisation.

##### **1.4.1 Performance globale du secteur en 2023**

L'exercice 2023 s'est déroulé dans un contexte marqué par des tensions géopolitiques mondiales, une volatilité des prix de l'énergie et une forte demande internationale. Malgré ces incertitudes, Sonatrach a réalisé des performances notables :

- Un chiffre d'affaires global de 7 218 milliards de dinars, bien que les recettes à l'exportation aient enregistré une baisse de 18 % par rapport à 2022.
- Une fiscalité pétrolière versée au Trésor public de 5 678 milliards de dinars.
- Un résultat net bénéficiaire de 675 milliards de dinars, illustrant la robustesse du modèle économique malgré le recul conjoncturel des prix.

##### **1.4.2 Dynamique de la production et de la transformation**

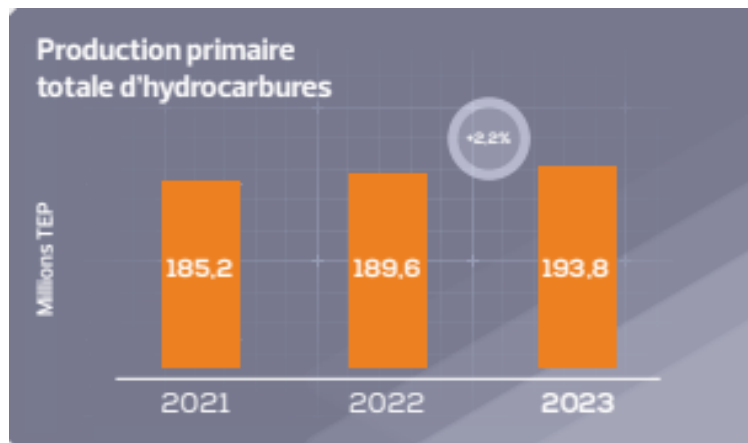
La production primaire d'hydrocarbures a continué sa progression pour la troisième année consécutive, atteignant 194 millions de TEP en 2023, soit une hausse de 2,2 % par rapport à l'année précédente. Ce résultat est attribuable aux efforts soutenus d'exploration et au développement de nouveaux gisements.

Parallèlement, la transformation des hydrocarbures a suivi une trajectoire contrastée :

- La liquéfaction de gaz naturel a connu une performance remarquable, avec une production de 29 millions de m<sup>3</sup> de GNL, en hausse de 27 %, portée par la forte demande asiatique.
- À l'inverse, le raffinage du pétrole brut a diminué pour la troisième année consécutive (-2 %), traduisant les limites actuelles des capacités nationales en matière de traitement.
- Le traitement global du pétrole brut s'est établi à 25,5 millions de tonnes, contre 26 millions en 2022, ce qui reste suffisant pour couvrir les besoins nationaux et limiter les importations.

---

<sup>90</sup> Document interne de l'entreprise

**Figure III- 1: Évolution de la production primaire d'hydrocarbures (2021–2023)**

Source : Sonatrach, Rapport annuel 2023, p.36.

### 1.4.3 Exportations : structure, volumes et évolution

En 2023, les exportations d'hydrocarbures ont atteint un volume de 95 millions de TEP, soit une hausse de 4,5 % par rapport à 2022. Cette performance est d'autant plus significative que les recettes issues de ces exportations ont atteint 4 928 milliards de dinars, malgré la baisse des cours internationaux.

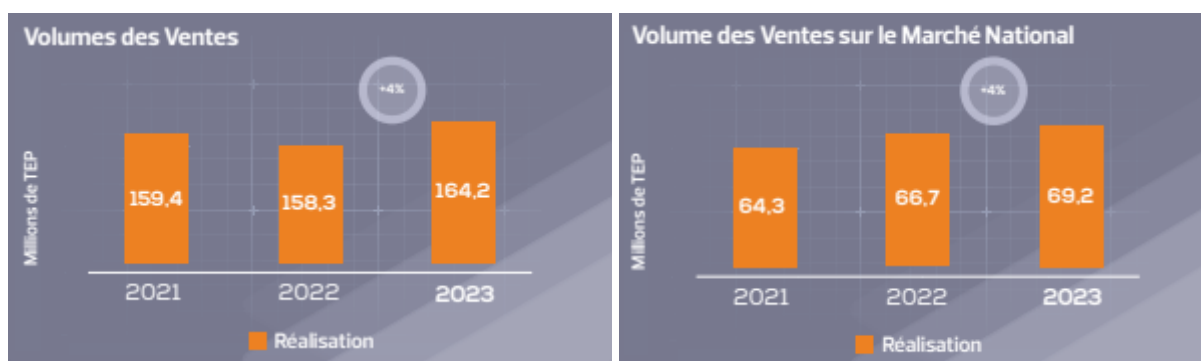
La structure des exportations montre une diversification croissante :

- Le pétrole brut reste un pilier avec 18,5 millions de tonnes exportées.
- Le condensat, produit en plus petite quantité, a connu une croissance de 15 %, atteignant 3,4 millions de tonnes.
- Le GNL et le GPL ont enregistré une nette progression, notamment grâce à l'optimisation des unités de liquéfaction.
- Le naphta, bien qu'il ne soit pas chiffré individuellement dans ce rapport, figure parmi les produits pétrochimiques exportés à travers les ports d'Arzew et Skikda, à destination de l'Europe. <sup>91</sup>

**Figure III- 2: Volume des exportations d'hydrocarbures (2021-2023)**

Source : Sonatrach, Rapport annuel 2023, p.37.

<sup>91</sup> Sonatrach, Direction de la Planification et de l'Économie. Rapport annuel 2023, p.36-39.

**Figure III- 3: Répartition des ventes « national vs international (2021–2023) »**

**Source :** Sonatrach, Rapport annuel 2023, p.37-39.

La figure III-3 illustre l'évolution des ventes de Sonatrach entre 2021 et 2023, en distinguant les marchés national et international. Les volumes globaux de vente sont restés relativement stables, avec une légère hausse en 2023 (164,2 Mtep). Les ventes sur le marché national ont progressivement augmenté, passant de 64,3 Mtep en 2021 à 69,2 Mtep en 2023, traduisant une croissance de la demande intérieure. Malgré cela, la majorité des volumes reste destinée à l'exportation, confirmant l'orientation internationale de Sonatrach tout en soulignant l'importance stratégique du marché national.

## Section 2 : Cadre méthodologique de l'étude

Cette section détaille le cadre méthodologique adopté pour l'étude de l'optimisation des itinéraires maritimes d'exportation de naphta par Sonatrach vers l'Europe.

L'analyse méthodologique est structurée autour de plusieurs axes : dans un premier temps, le choix du thème et de l'entreprise étudiée est explicitement justifié, avant de préciser l'objet de l'étude ainsi que sa délimitation spatiale, temporelle et thématique. La méthode de recherche est ensuite exposée, en expliquant le recours à une démarche mixte et en justifiant cette approche. Les outils de collecte des données comprennent des entretiens semi-directifs, des observations directes et l'analyse de données internes à l'entreprise. L'ensemble des données collectées est ensuite traité selon des techniques rigoureuses permettant d'assurer la validité et la fiabilité des résultats. Enfin, cette section conclut sur une analyse des limites méthodologiques rencontrées tout au long de l'étude.

### 2.1 Choix du thème et de l'entreprise

Le choix du thème et de l'entreprise est essentiel pour comprendre le contexte de cette étude. Dans un premier temps, nous détaillerons la problématique choisie, qui porte sur l'optimisation des itinéraires maritimes pour l'exportation des hydrocarbures, et dans un second temps, nous expliquerons les raisons pour lesquelles Sonatrach a été sélectionnée comme terrain d'étude pour cette recherche.

#### a) Choix du thème

Le choix de notre thème, intitulé « **Essai d'optimisation des itinéraires maritimes pour l'exportation des hydrocarbures (naphta) par Sonatrach vers l'Europe** », repose sur une

problématique concrète et actuelle formulée par l'entreprise elle-même. En effet, cette réflexion est née au sein de la Division Transport de Sonatrach, dans un contexte où l'amélioration de la performance logistique constitue un enjeu stratégique majeur. Les responsables de cette division ont exprimé la nécessité d'évaluer et d'optimiser les itinéraires maritimes existants, dans le but de réduire les coûts logistiques, améliorer l'efficacité des exportations et renforcer la compétitivité de l'entreprise sur les marchés européens.

Ce thème répond donc à une attente réelle de terrain, ce qui lui confère non seulement une forte pertinence professionnelle, mais également une dimension appliquée qui enrichit notre travail de recherche. L'objectif est d'analyser de manière rigoureuse comment les itinéraires actuellement empruntés peuvent être repensés ou ajustés, à la lumière des contraintes techniques, économiques, logistiques, mais aussi des facteurs géopolitiques susceptibles d'influencer les décisions d'acheminement.

### **b) Choix de l'entreprise**

Le choix de Sonatrach comme terrain d'étude découle de son positionnement stratégique en tant que leader du secteur énergétique national et acteur clé dans les exportations maritimes d'hydrocarbures, particulièrement vers l'Europe. Ce rôle central fait de Sonatrach un terrain d'analyse privilégié, offrant une perspective unique sur les défis logistiques rencontrés dans le transport des hydrocarbures. Par ailleurs, notre immersion au sein de la Division Transport, dans le cadre de notre stage, nous a permis d'accéder à des données internes précieuses, de suivre en temps réel les opérations logistiques, et d'engager des discussions avec des professionnels aguerris du domaine. Cette expérience nous a fourni un contexte idéal pour mener une analyse approfondie et contextualisée, en nous permettant de relier la théorie à la réalité pratique de l'entreprise.

## **2.2 Objet et délimitation de l'étude**

Face à l'exigence croissante d'optimisation des performances logistiques dans un environnement globalisé, caractérisé par la volatilité des marchés énergétiques et la complexité croissante des chaînes d'approvisionnement, la présente étude ambitionne d'explorer les leviers d'optimisation des itinéraires maritimes utilisés par Sonatrach pour l'exportation du naphta vers l'Europe.

L'objet de cette recherche s'inscrit dans une double logique : répondre à une problématique opérationnelle concrète posée par l'entreprise et produire un éclairage scientifique rigoureux sur les mécanismes de performance logistique dans le secteur des hydrocarbures. Il ne s'agit pas simplement d'analyser des flux maritimes, mais de comprendre dans quelle mesure leur structuration, leur rationalisation et leur ajustement peuvent générer des gains mesurables en efficacité, en réduction des coûts, et en amélioration de la compétitivité.

Ce travail trouve sa légitimité dans un contexte réel et stratégique : la Division Transport de Sonatrach, confrontée à des impératifs de rentabilité et de réactivité face aux dynamiques du commerce international, s'interroge sur la pertinence des itinéraires actuellement empruntés pour l'acheminement maritime du naphta. À travers une étude de terrain enrichie par une immersion professionnelle, notre recherche entend formuler des pistes concrètes

d'optimisation, fondées sur une lecture fine des contraintes opérationnelles, réglementaires, économiques et géopolitiques.

Afin de garantir la cohérence et la pertinence des analyses menées, nous avons défini un cadre délimité, structuré autour de cinq axes principaux :

- **Sur le plan sectoriel** : l'étude se focalise exclusivement sur le transport maritime du naphtha, une matière première à forte valeur stratégique dans les exportations algériennes.
- **Sur le plan fonctionnel** : l'analyse couvre uniquement le maillon maritime de la chaîne logistique, considérant ce segment comme un point névralgique de création de valeur et d'économie de coûts.
- **Sur le plan géographique** : le champ de l'étude est restreint aux liaisons maritimes entre les ports algériens et les principaux terminaux européens, représentant les circuits majeurs d'exportation pour ce produit.
- **Sur le plan temporel** : la recherche s'appuie sur des données actuelles, collectées et observées durant une période de stage en immersion, ce qui garantit une lecture située et pertinente des pratiques logistiques de l'entreprise.
- **Sur le plan méthodologique** : nous avons retenu une approche mixte, mobilisant à la fois des données qualitatives (entretiens semi-directifs, observations directes, analyse documentaire) et quantitatives (statistiques de transport, données de coûts, performances logistiques), afin d'offrir une vision holistique, à la croisée de l'analyse stratégique et de la réalité terrain.

### 2.3 Méthode de recherche

L'épistémologie de notre étude s'inscrit dans une démarche **hypothético-déductive**, fondée sur l'élaboration d'hypothèses que nous chercherons à valider ou à invalider à travers une exploration systématique des données recueillies. Cette approche nous permet de passer d'une conceptualisation théorique générale à une validation empirique approfondie, contextualisée par les pratiques réelles observées au sein de Sonatrach.

Notre recherche se caractérise ainsi par une dimension à la fois **descriptive, analytique et comparative**. D'une part, elle vise à décrire de manière précise l'état actuel du transport maritime des hydrocarbures au sein de Sonatrach, en mettant en lumière les processus, les pratiques et les défis rencontrés. D'autre part, elle a une portée analytique, en ce sens qu'elle cherche à identifier et à évaluer les leviers d'optimisation des itinéraires maritimes, en recoupant des données qualitatives et quantitatives.

Nous avons choisi une méthodologie mixte, qui combine :

- **Une approche qualitative** : fondée sur la réalisation d'entretiens semi-directifs avec les responsables de la Division Transport de Sonatrach. Cette phase permet de recueillir des insights profonds sur les pratiques logistiques actuelles, de comprendre les contraintes spécifiques et les facteurs décisionnels qui influencent le choix des itinéraires maritimes, et de dégager les axes d'amélioration envisagés par les acteurs internes.
- **Une approche quantitative** : axée sur l'analyse comparative des coûts logistiques liés à deux différents scénarios, dans le but d'identifier les routes les plus performantes sur le plan

économique et d'évaluer l'impact potentiel de l'optimisation de ces itinéraires sur les coûts globaux d'exportation.

## 2.4 Outils de collecte et de traitement des données

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi des outils de collecte de données diversifiés, permettant de croiser différentes sources et d'obtenir une vision exhaustive et précise des pratiques et des performances du transport maritime des hydrocarbures au sein de Sonatrach.

### a) La recherche documentaire

Avant de passer à la phase empirique de notre recherche, nous avons entrepris une recherche documentaire rigoureuse et approfondie, constituant une étape fondamentale dans la construction de notre réflexion.

Cette exploration documentaire visait à recueillir des informations fiables, diversifiées et actualisées sur les grands axes de notre étude, à savoir : l'exportation des hydrocarbures, le transport maritime des hydrocarbures, l'optimisation des itinéraires maritime, et les enjeux spécifiques liés à l'exportation du naphta vers l'Europe. Elle nous a permis de mieux appréhender les réalités du secteur, d'identifier les écueils théoriques rencontrés dans les études antérieures, et de nous inscrire dans une démarche scientifique éclairée par des références solides.

Les sources mobilisées dans ce cadre sont multiples et complémentaires :

- Des ouvrages spécialisés, disponibles en bibliothèques physiques ou numériques, apportant des fondements conceptuels sur la logistique maritime, le commerce international ;
- Des mémoires, thèses et travaux académiques, portant sur des sujets similaires ou connexes, permettant d'enrichir notre approche méthodologique et de bénéficier de retours d'expérience concrets ;
- Des articles scientifiques publiés dans des revues spécialisées, consultés via des plateformes reconnues telles que Google Scholar, Cairn.info ;
- Des périodiques professionnels du secteur de l'énergie et du transport maritime, utiles pour suivre l'évolution des pratiques et des innovations ;
- Des rapports statistiques et documents officiels, émanant d'organismes tels que l'OMI, la CNUCED ;
- Des sites internet spécialisés en logistique, commerce maritime, venant compléter notre veille théorique et contextuelle.

Grâce à cette phase documentaire, nous avons pu établir une base de connaissances structurée, enrichir notre réflexion critique, et formuler des pistes d'analyse pertinentes. Elle représente

ainsi le socle fondamental sur lequel repose l'ensemble de notre travail empirique, en assurant une cohérence entre les apports théoriques et l'observation du terrain.<sup>92 93</sup>

### b) La recherche qualitative

Dans le cadre de notre recherche, la méthode qualitative occupe une place centrale. Elle vise à explorer en profondeur la réalité du terrain, à travers l'expérience des acteurs impliqués dans le processus logistique d'exportation du naphta chez Sonatrach.

Outre la collecte et l'analyse documentaire, la recherche qualitative s'appuie sur des entretiens semi-directifs menés avec des responsables de la Division Transport. Cette approche nous permet de mieux comprendre les pratiques internes, les contraintes opérationnelles, ainsi que les pistes d'optimisation envisagées par les professionnels du secteur.

La recherche qualitative se distingue par plusieurs caractéristiques essentielles :

- Elle favorise une compréhension approfondie de phénomènes encore peu explorés ou permet de réinterroger des pratiques connues, mais peu documentées, notamment dans des contextes spécifiques comme celui du transport maritime des hydrocarbures.
- Elle permet d'accéder à des informations détaillées et contextuelles, souvent impossibles à exprimer de manière strictement quantitative ou statistique.

Cette approche nous permet ainsi de construire une analyse fine, ancrée dans la réalité opérationnelle de l'entreprise, et de mieux cerner les leviers concrets d'optimisation à considérer dans notre étude.<sup>94</sup>

Parmi les outils qualitatifs les plus utilisés dans le cadre des recherches en sciences sociales et de gestion, **l'entretien semi-directif** occupe une place centrale en raison de sa capacité à recueillir des données riches, nuancées et contextuelles.

#### • Entretien semi-directif

L'entretien est « l'une des méthodes qualitatives les plus utilisées en sciences de gestion »<sup>95</sup>

[Selon Savoie-Zajc (1997, p. 263-285), l'entretien semi-directif, également appelé entrevue semi-dirigée, est une méthode de collecte de données qui soutient le développement de connaissances ancrées dans des approches qualitatives et interprétatives, en particulier celles issues des paradigmes compréhensifs.]<sup>96</sup>

<sup>92</sup> <http://moodle.univ-skikda.dz/moodle/mod/page/view.php?id=21043> (consulté le 24/04/2025 à 18h17)

<sup>93</sup> GUERRAH (A) : Recherche documentaire et conception de mémoire, Polycopié de Cours (Niveau : Master), Faculté de Technologie Département de Génie Mécanique, 2019/2020, p.4.

<sup>94</sup> Friedrich Ebert Stiftung, Méthodologie de la recherche scientifique pour les organisations de la société civile : Réponses pratiques à des questions essentielles (inspiré de <https://www.fes.de> consulté le 24/04/2025 à 18h37)

<sup>95</sup> Gavard(M), Gotteland(P), Haon(C), Jolibert(A) : Méthodologie de la recherche Réussir son mémoire ou sa thèse en sciences de gestion, Édition Pearson Education, France, 2008, p.91.

<sup>96</sup> Azioun(S), Derguin, (S) L'entretien de recherche dit semi-directif dans les domaines des sciences humaines et sociales, Revue Al-Jamia pour les études en psychologie et sciences de l'éducation, n° 30, mars 2022, pp.33.

[L'entretien semi-directif a plus de souplesse que l'entretien directif puisque, disposant d'un guide d'entretien tout aussi structuré, l'enquêteur posera les questions dans l'ordre le plus adapté au discours de l'enquêté (Quivy et Van Campenhoudt, 2017).]<sup>97</sup>

Cette technique permet non seulement de collecter des informations contextualisées, riches et nuancées, mais également d'orienter progressivement notre analyse selon les axes les plus pertinents émergents du terrain.<sup>98</sup>

#### • Guide d'entretien

Le guide d'entretien est fréquemment considéré comme un outil de référence structurant la conduite de l'entretien. Il sert de support à l'enquêteur en regroupant l'ensemble des thématiques et des interrogations qu'il souhaite aborder à un moment donné de la recherche (Berthier, 2016, p. 78 ; Combessie, 2007, p. 24 ; Bertaux, 2005).<sup>99</sup>

**Tableau III- 1 : les avantages et les inconvénients d'un guide d'entretien**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rassure l'enquêté en cadrant l'interaction et en renforçant l'image du chercheur (Goffman, 1991).</li> <li>- Montre à l'enquêté que l'entretien est préparé sérieusement, ce qui inspire confiance.</li> <li>- Offre à l'enquêteur un repère en cas d'oubli ou de gêne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un usage trop rigide peut nuire à la relation enquêteur/enquêté.</li> <li>- Fixer constamment le guide empêche le contact visuel et rend l'entretien plus mécanique.</li> <li>- Peut rendre l'enquêteur moins attentif aux réponses, s'il lit les questions au lieu d'écouter activement.</li> </ul>

**Source : SAUVAYRE (R) :** Initiation à l'entretien en sciences sociales « Méthodes, applications pratiques et QCM », Édition Armand Colin 2<sup>ème</sup> Édition, France, 2021, p.30-31.

Le guide d'entretien joue donc un rôle de repère méthodologique, permettant d'assurer la cohérence de la collecte des données tout en respectant la logique propre à chaque récit. Cette approche est particulièrement pertinente dans le cadre de notre étude, où la compréhension des pratiques internes liées à l'optimisation des itinéraires maritimes nécessite une certaine souplesse dans les échanges avec les responsables interrogés chez Sonatrach.

#### • Traitement et analyse des entretiens semi-directifs

Afin d'en tirer des résultats significatifs, une démarche méthodique d'analyse a été adoptée. Celle-ci repose sur une lecture attentive et un traitement systématique des discours recueillis, visant à identifier les thèmes récurrents, les nuances et les spécificités propres à chaque témoignage. À travers un processus de codification thématique rigoureux, cette analyse permet

<sup>97</sup> SAUVAYRE (R) : Initiation à l'entretien en sciences sociales « Méthodes, applications pratiques et QCM », Édition Armand Colin 2<sup>ème</sup> Édition, France, 2021, p.20.

<sup>98</sup> Clément(P) : L'entretien semi-directif. LIEPP Fiche méthodologique n°3, 10/05/2023, p.1.

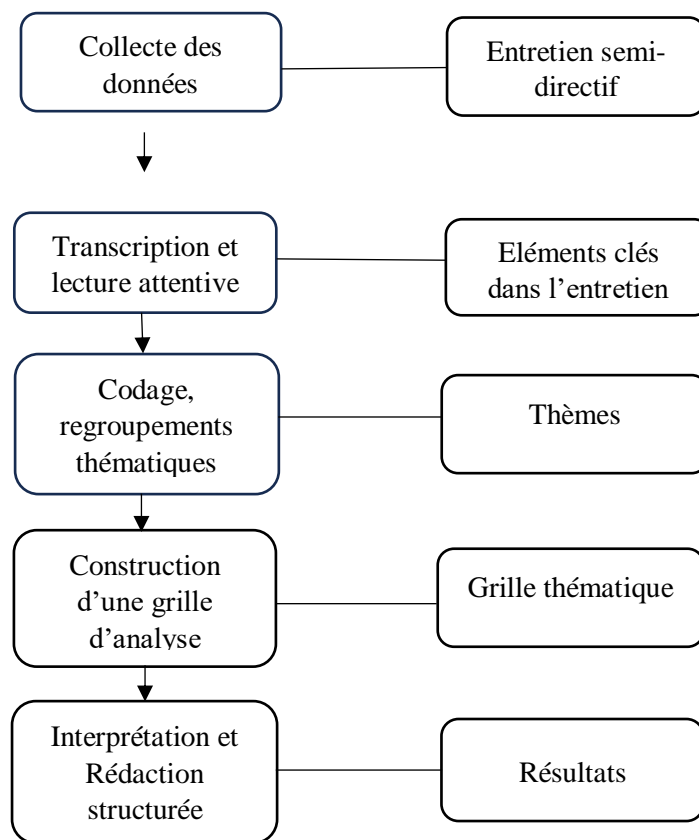
<sup>99</sup> SAUVAYRE (R) : Initiation à l'entretien en sciences sociales « Méthodes, applications pratiques et QCM », Édition Armand Colin 2<sup>ème</sup> Édition, France, 2021, p.30.

de structurer les données de manière cohérente, tout en restant fidèle à la richesse du matériau qualitatif.<sup>100</sup>

Cette analyse commence par la transcription des entretiens enregistrés. Cette étape est suivie du codage, où nous identifions les motifs, les thèmes et les catégories pertinents.

L'analyse des entretiens a été effectuée à l'aide du logiciel N-Vivo. Ce dernier a permis de structurer, coder et interpréter les verbatims de manière rigoureuse et méthodique. Après importation des transcriptions dans le logiciel, un codage thématique a été réalisé, attribuant à chaque segment de discours des codes reflétant les thèmes émergents. Cette démarche a facilité l'identification de régularités et de schémas interprétatifs pertinents.

**Figure III- 4: Processus d'Analyse des Données Qualitatives (entretiens semi-directifs)**



**Source :** élaboré par nos soins, par adaptation.

## 2.5 Limite de l'étude

Bien que notre stage ait officiellement couvert une période de cinq mois, notre accès effectif au sein de l'entreprise s'est vu considérablement restreint, se limitant à une seule journée avec une disponibilité de seulement deux heures. Cette contrainte temporelle a inévitablement réduit notre capacité à mener une collecte de données approfondie et diversifiée. Par ailleurs, l'accès

<sup>100</sup> RAMOS(E) : L'entretien compréhensif en sociologie « Usages, pratiques, analyses », Édition Armand Colin, Paris, 2015, p.89-108.

limité aux ouvrages spécialisés et aux ressources documentaires a constitué un obstacle supplémentaire, freinant l'enrichissement théorique de notre travail.

### Section 3 : Analyse des données issues des entretiens semi-directifs

Cette section est consacrée à l'analyse qualitative des entretiens menés avec les acteurs impliqués dans la logistique des exportations de naphta chez Sonatrach. L'objectif est de dégager les perceptions, les défis et les besoins en termes d'optimisation des itinéraires maritimes. Les entretiens ont été analysés à l'aide du logiciel N-Vivo, un outil qui permet de structurer et de codifier les réponses de manière systématique et rigoureuse.

#### 3.1 Démarche d'analyse des entretiens

##### 3.1.1 Objectifs de l'enquête

Nous nous intéressons aux pratiques logistiques mises en œuvre par Sonatrach pour l'exportation du naphta vers l'Europe, en mettant l'accent sur l'organisation et l'optimisation des itinéraires maritimes. Nous cherchons à identifier les facteurs qui influencent ces choix, les contraintes rencontrées, ainsi que les leviers d'amélioration permettant de renforcer l'efficacité logistique et de réduire les coûts.

##### 3.1.2 Le choix de personnes interviewées

Nous avons mené des entretiens avec cinq personnes clés impliquées dans l'exportation du naphta à Sonatrach. Ces échanges ont permis d'explorer les différents enjeux du processus, notamment les aspects commerciaux, technologiques, stratégiques et opérationnels. Le tableau ci-dessous présente leurs profils :

**Tableau III- 2: Profil des interviewés**

Code	Nom et prénom	Poste	Date et lieu de l'entretien	Durée de l'entretien
<b>E1</b>	<b>M. AH</b>	Chef de département TM	20/04/2025 au niveau de la direction TM	1h35min
<b>E2</b>	<b>Mlle. OK</b>	Cadre de OPR ET vente	27/04/2025 au niveau de la Division commercialisation brut & produits	53min
<b>E3</b>	<b>Mme.G F</b>	Cadre assistant TM	27/04/2025 au niveau direction TM	38min
<b>E4</b>	<b>M.CH</b>	Exportateur	4/05/2025 au niveau de la division commercialisation brut & produits	41min
<b>E5</b>	<b>M.MA</b>	Informaticien	4/05/2025 au niveau de la direction système d'information	55min

**Source :** élaboré par nos soins.

### 3.1.3 La rédaction de du guide d'entretien

Dans le cadre de la réalisation de notre mémoire de fin d'études intitulé :

*« Essai d'optimisation des itinéraires maritimes pour l'exportation des hydrocarbures (NAPHTA) par Sonatrach vers l'Europe »*

Nous avons conçu un guide d'entretien semi-directif dans le but de collecter des données qualitatives essentielles à notre analyse.

Ce guide vise à recueillir les perceptions, pratiques et recommandations des professionnels directement impliqués dans la chaîne logistique maritime de Sonatrach, afin de mieux cerner les réalités du terrain, les enjeux opérationnels et les leviers d'optimisation possibles.

Le guide d'entretien se compose de trois grands axes thématiques, totalisant 15 questions principales :

- L'organisation du transport maritime des hydrocarbures : processus logistique, acteurs impliqués, itinéraires utilisés, modes d'affrètement.
- Les contraintes et aléas liés aux itinéraires maritimes : congestion portuaire, risques géopolitiques, flexibilité des itinéraires.
- Les pratiques d'optimisation et l'usage des technologies : outils existants, technologies émergentes, perspectives d'amélioration.

## 3.2 Analyse des résultats

Après la phase de collecte des données, nous avons procédé selon la démarche d'analyse suivante :

### 3.2.1 La transcription et L'analyse des entretiens avec les cinq interviewées

#### Axe N°01 : Organisation du transport maritime des hydrocarbures

- **Question N°1** : Pouvez-vous décrire en détail le processus logistique mis en œuvre par Sonatrach pour l'exportation des produits pétroliers, notamment le naphta, depuis la planification initiale jusqu'à la livraison au client final ?

Le processus logistique mis en œuvre par Sonatrach pour l'exportation des produits pétroliers, et plus particulièrement du naphta, comprend plusieurs étapes clés, services impliqués et documents requis à chaque phase.

#### a) Planification et prévision de l'exportation

- **Prévisions de production :**

Réponse de chef du département transport maritime : « Une fois que SONATRACH aura établi les prévisions quantitatives des volumes destinés à l'exportation, nous retirerons les quantités destinées à la consommation de NAFTAL et des raffineries. Ensuite, RPC, qui gère les raffineries, nous communiquera, au niveau commercial, les prévisions des quantités de chaque produit. Par exemple, pour le NAPHTA, nous recevrons une estimation mensuelle et annuelle des volumes produits par nos raffineries. »

Réponse cadre assistant TM : « Pour exporter le naphta, tout commence par une planification mensuelle des volumes à exporter »

Réponse de l'exportateur : « Le processus commence par une planification mensuelle des cargaisons de naphta. »

Réponse de l'informaticien : « Le processus commence par la planification des volumes. »

- ➔ La planification des exportations de naphta repose sur une estimation rigoureuse des volumes disponibles, laquelle s'appuie sur les prévisions de production transmises par **la division Raffinage (RPC)**. Ces prévisions tiennent compte des capacités de production des différentes raffineries nationales ainsi que des contraintes opérationnelles internes.

Dans un premier temps, les volumes totaux de naphta produits sont évalués sur une base mensuelle et annuelle. Cette évaluation est ensuite affinée en fonction des besoins du marché domestique. En effet, une partie significative de la production est réservée à la consommation nationale, notamment pour approvisionner :

- NAFTAL, en tant que distributeur national de produits pétroliers ;
- Les raffineries locales, qui utilisent le naphta dans divers processus de transformation ou de mélange.

Ce n'est qu'après cette déduction que sont identifiées les quantités exportables. Celles-ci représentent l'excédent de production susceptible d'être commercialisé sur les marchés internationaux.

Les prévisions ainsi ajustées sont transmises par **la division RPC à la Direction Commerciale**, qui les intègre dans sa stratégie de commercialisation à l'international. Cette coordination permet d'anticiper les volumes disponibles pour la négociation des contrats d'exportation, la planification logistique (notamment l'affrètement maritime) et la gestion des engagements vis-à-vis des clients étrangers.

- **Choix des incoterms :**

Réponse du chef de département TM : « Une fois les quantités arrêtées, **le service commercial** transmet les données à la direction, qui décide des modalités d'exportation sur la base des Incoterms. Selon les cas, l'exportation peut se faire en CFR, en FOB ou selon d'autres conditions, avec une répartition précise des volumes et des pourcentages associés à chaque Incoterm. Cette démarche permet de structurer les flux d'exportation en fonction des responsabilités contractuelles. En effet, le choix d'un Incoterm détermine directement si le recours au transport maritime relève ou non de la responsabilité de Sonatrach.

Tableau III- 3: l'interprétation et l'analyse du choix des Incoterms (FOB vs CFR)

Eléments	CFR	FOB
Responsabilité du TM	A la charge de Sonatrach	A la charge de l'acheteur
Implication logistique pour Sonatrach	Gestion complète du TM (Affrètement, itinéraires, délai)	Limitée au chargement au port algérien
Coûts logistiques	Coût supplémentaire liés au fret maritime	Moindres pour Sonatrach
Compétitivité commerciale	Plus attractif sur certains marchés internationaux	Moins attractif pour les clients voulant un service complet
Complexité logistiques	Elevé (coordination, gestion des navires, suivi)	Faible
Lien avec l'optimisation des itinéraires	Nécessité d'optimiser les itinéraires pour réduire les coûts et améliorer l'efficacité	Aucune responsabilité dans l'itinéraire maritime

Source : élaboré par nos soins.

- **Stratégie commerciale :**

Réponse chef du département TM : « Une fois les quantités destinées à l'exportation déterminées, l'Incoterm est également choisi. **La direction commerciale** met alors en place une stratégie de commercialisation de ces quantités. Elle entame des négociations avec **les clients réguliers** pour finaliser les contrats, en prenant en compte les aspects comptables. Ces contrats précisent des éléments tels que le client, les destinations, les quantités (qu'elles soient trimestrielles, annuelles, ou selon d'autres modalités définies lors des négociations). En tout cas, cette démarche permet de suivre précisément les quantités à exporter, ainsi que les destinations et le calendrier de livraison. »

➔ Dans le cadre de la stratégie commerciale décrite par le chef du département (TM), les acteurs impliqués sont les suivants :

- La direction commerciale : Acteur central qui définit la stratégie de commercialisation.
- Responsable de la négociation et de la conclusion des contrats d'exportation avec les clients : Détermine les volumes, les destinations, les périodes de livraison, et choisit l'Incoterm.
- Les clients réguliers (acheteurs internationaux).
- Le département Transport Maritime (TM) : Intervient une fois les Incoterms déterminés.
- Le service comptabilité ou gestion financière.
- Les services juridiques (éventuellement).

Une fois les volumes exportables de naphta déterminés et intégrés à la stratégie commerciale, l'attention se porte sur l'organisation logistique du transport maritime. C'est à ce moment que

commence l'étape cruciale de l'affrètement maritime, qui constitue le lien opérationnel entre la planification commerciale et la livraison effective aux clients internationaux.

#### b) L'affrètement maritime

Réponse du chef de département TM : « Une fois qu'un engagement d'exportation est conclu selon l'Incoterm CFR sur une période donnée, **la Division Vente et Opérations CPR sollicite le Département Transport Maritime** pour la mise à disposition de la capacité de transport requise. Cette sollicitation s'inscrit dans le respect des engagements contractuels, et précise plusieurs paramètres essentiels tels que les quantités à transporter, la destination, le type de navire requis, le tonnage, ainsi que la fréquence des expéditions.

Lorsque les expéditions sont prévues de manière continue, il devient nécessaire d'opter pour un affrètement à temps (**Time Charter – TC**), afin d'assurer une disponibilité constante de navires. Ce choix permet d'honorer les engagements contractuels sans interruption et d'éviter les situations critiques où aucun navire ne serait disponible pour livrer les cargaisons planifiées.

En revanche, lorsque les ventes se font de manière occasionnelle (SPOT), la division concernée anticipe et exprime à l'avance ses besoins en capacité de transport, en précisant notamment la destination, le tonnage estimé (par exemple, 30 000 tonnes), ainsi que le type de navire souhaité (comme un navire de type MR – Medium Range). Ces informations sont alors prises en compte par **le Département Transport Maritime**, qui les projette sur les données maritimes disponibles afin d'élaborer **un cahier des charges d'affrètement**.

*Ce cahier des charges est ensuite présenté à la commission d'affrètement, un organe interne chargé de valider et superviser les décisions d'affrètement. Cette commission est composée de représentants de la Direction du Transport Maritime, d'un représentant financier, d'un juriste, ainsi que de membres des entités RPC et EP. L'objectif est de garantir une prise de décision concertée, conforme aux impératifs logistiques, contractuels et financiers de l'entreprise. »*

➔ Le témoignage illustre une gestion rigoureuse de l'affrètement maritime chez Sonatrach, adaptée au type de vente (CFR ou SPOT), avec un recours stratégique au Time Charter pour assurer la continuité des livraisons. Il met en avant une coordination interservices et une prise de décision collégiale pour optimiser la réponse logistique.

#### c) Préparation du chargement

Réponse du Cadre de programmation et suivie de naphta jusqu'à le chargement

« En tant qu'**opératrice**, je suis chargée de notifier **les planches de chargement**, dont la durée varie généralement entre deux et trois jours, en fonction du port de départ. Par exemple, le chargement au port d'Alger prend en moyenne trois jours, tandis qu'il est de deux jours à Skikda. Le navire **Clean Imperial**, quant à lui, peut charger jusqu'à 35 000 tonnes au maximum. La vente de la cargaison doit être assurée en amont afin d'éviter les situations de surstockage. Une fois la cargaison planifiée, nous procédons à **la nomination du navire** pour une opération en mode CFR. Cette nomination précise notamment (la date de chargement, le port de départ,

la quantité à charger, ainsi que le port de destination). Elle est ensuite transmise au navire affrété, accompagnée d'une **demande d'instructions documentaires**. Tous les départements concernés, notamment **la raffinerie et la direction du transport maritime**, sont mis en copie.

Une fois la cargaison chargée, la responsabilité opérationnelle est transférée à la direction du transport maritime. Nous établissons **la planche de chargement**, qui est ensuite transmise au **trader (le vendeur)**, chargé de négocier les modalités finales avec le client. »

Réponse du chef de département TM : « **Une déclaration douanière** provisoire de la cargaison doit être effectuée. **Le déclarant douanier** de Sonatrach est chargé d'estimer la valeur de la cargaison en fonction du prix de vente du naphtha (par exemple, 600 \$/tonne pour une quantité de 30 000 tonnes) afin d'obtenir l'autorisation de procéder au chargement »

« **Sonatrach désigne un agent (HYPROC filiale de SH)** pour faciliter l'accostage du navire ; l'accostage se fait selon un ordre de priorité d'arrivé à Arzew. »

« L'étape suivante consiste en l'exécution logistique du contrat. **Les vendeurs** ayant confirmé les quantités et les périodes de livraison, ils informent **le service des opérations** afin de planifier, en coordination avec **la raffinerie et la Direction du Transport Maritime**, la cargaison à charger. Ces informations sont ensuite transmises au **capitaine du navire** afin qu'il se présente au port de Skikda dans les délais requis. Cette coordination vise à assurer un déroulement fluide de l'opération, à satisfaire les exigences du **client** et à prévenir tout conflit pouvant entraîner des conséquences financières, telles que le paiement de frais de surestaries en cas de cargaison incomplète. »

**Tableau III- 4 : Acteurs institutionnels et documents mobilisés lors de la phase de préparation au chargement**

Etapes	Acteurs	Documents
Transmission des prévisions de chargement	- Opératrice logistique ; - Raffinerie ; - Direction du Transport Maritime.	Planches de chargement indiquant les durées estimées par port, les capacités des navires et les contraintes liées
Validation commerciale de l'opération	- Direction Commerciale, - Trader (vendeur), - Département des Ventes	Contrat de vente (Incoterms CFR ou FOB), stratégie de commercialisation, prévention des excédents de stock
Élaboration du planning de cargaison	- Opératrice, - Raffinerie, - Département Commercial	Programme de chargement prévisionnel, coordination entre les services concernés
Nomination du navire	- Opératrice, - Affrèteur, - Transport Maritime, - Raffinerie	Lettre de nomination précisant les détails : port de départ, destination, date de chargement, volume prévu
Demande de documents d'expédition	- Opération et vente - Le transport maritime - La raffinerie	Demande des documents nécessaires : connaissance,

		certificat d'origine, fiche technique du produit, etc.
Diffusion des instructions logistiques	- Opératrice, - Raffinerie, - Direction du Transport Maritime	Communications internes (e-mails), partage des consignes avec les services concernés
Clôture des opérations de chargement	- Raffinerie, - Inspecteurs techniques, - Transport Maritime	Rapport de fin de chargement
Notification au client	- Opératrice, - Client - Direction Commerciale	Transmission des documents finaux (planches de chargement définitives, avis de fin de chargement)
Transfert de responsabilité du navire	Direction du Transport Maritime	Prise en charge définitive du navire par la Direction du Transport Maritime

Source : élaboré par nos soins, à partir de l'observation.

→ Une fois les opérations de chargement finalisées, plusieurs documents officiels indispensables sont établis et transmis aux acteurs concernés, parmi lesquels :

- **Le connaissement (Bill of Lading)**, qui constitue à la fois un titre représentatif de la marchandise, une preuve du contrat de transport maritime, et un document de remise au destinataire ;
- **Le certificat de qualité**, attestant de la conformité physico-chimique du produit expédié aux spécifications contractuelles, et servant de garantie technique dans le cadre du contrôle qualité ;
- **La facture commerciale**, document clé pour les formalités douanières, la déclaration de valeur et le traitement du paiement entre les parties contractantes.

#### d) Livraison et coordination post-expédition

À l'issue du départ du navire, un dispositif de suivi et de coordination est mis en place pour assurer la bonne exécution de la livraison au destinataire.

Réponse du chef de département TM : Une fois la cargaison chargée, le capitaine envoie au département TM (Transport Maritime) le *time sheet* du chargement.

À ce stade, les documents officiels suivants sont signés :

- *Bill of Lading (B/L)* : signé par le capitaine du navire et le représentant de Sonatrach ;
- *Time Sheet* : signé par le capitaine, le représentant de Sonatrach, et l'inspecteur indépendant ;
- *Certificat de quantité* : signé par l'inspecteur et validé par les parties présentes ;
- *Certificat de qualité* : délivré et signé par l'inspecteur ;

- *Cargo Manifest (manifeste de cargaison) : validé par le capitaine et partagé avec Sonatrach et le client.*

*Les opérations contactent ensuite le client pour confirmer si le déchargement s'effectuera dans un seul port ou plusieurs ports. Le déclarant en douane refait le calcul basé sur les données réelles de chargement :*

$$\text{Prix définitif de la cargaison} = \text{Quantité définitive} \times \text{Prix unitaire définitif.}$$

*Puis le département des opérations établit la facture de cargaison, qui est transmise au client. Ce dernier dispose d'un délai de 30 jours pour effectuer le paiement.*

*Le client envoie ensuite ses instructions de déchargement au département Transport Maritime (TM), qui procède à la désignation d'un agent maritime au port d'arrivée. Cette désignation est transmise au capitaine du navire afin d'assurer la coordination avec l'agent concerné. Le capitaine informe ce dernier que l'arrivée au port prévue environ 1,8 jour après l'embarquement. De son côté, l'acheteur prépare les installations du terminal de déchargement, tandis que l'agent maritime représentant Sonatrach informe la capitainerie de la date estimative d'arrivée du navire. Celui-ci est alors inscrit dans le programme d'accostage du port, et une fenêtre de déchargement lui est réservée. Concernant le suivi en mer, les itinéraires et la position du navire sont suivis via des abonnements à des plateformes externes, notamment MarineTraffic et Market Intelligence Network, permettant de surveiller la progression du navire, d'estimer l'heure d'arrivée et de coordonner les opérations portuaires. Une fois le déchargement achevé et la réception de la cargaison confirmée par le client, une tolérance de perte (shortage) de 0,5 % par rapport à la quantité chargée est acceptée. Si la perte dépasse ce seuil, le client est en droit de formuler une réclamation pour la quantité manquante. Le navire est ensuite libéré et peut être programmé pour une nouvelle expédition. »*

- **Question 2 :** Quels sont les principaux critères techniques, économiques ou stratégiques qui orientent aujourd'hui le choix des itinéraires maritimes empruntés par Sonatrach ?

**Tableau III- 5: Principaux critères influençant le choix des itinéraires maritimes par Sonatrach**

Catégorie	Critères	Détails/ Justification	Interviewés
	Conditions météorologique	Les phénomènes climatiques (mer agitée, vents violents) influencent directement la sécurité du navire et peuvent imposer des déviations ou des retards.	Cadre Assistant TM Informaticien
	Sécurité maritime	Sonatrach évite les zones considérées à risque ou instables (ex. Israël, Maroc), afin de préserver la cargaison, l'équipage et les intérêts géopolitiques.	Chef de Département TM Exportateur

<b>Techniques</b>	Vitesse économique (Eco-speed)	La vitesse optimale de navigation (entre 11 et 14 nœuds) permet de réduire la consommation de carburant, optimisant ainsi le coût global du fret.	Chef de département TM
	Disponibilité du navire	La disponibilité logistique et opérationnelle des navires conditionne les délais de départ et parfois les routes envisageables.	Cadre assistant TM
	Congestion portuaire	La saturation de certains ports engendre des retards ; Sonatrach privilégie des ports fluides pour garantir les délais.	Chef de Département TM Exportateur
	Escale technique ou commerciale	Certaines routes imposent des escales pour des raisons techniques ou logistiques, ce qui allonge le temps de trajet.	Cadre assistant TM
<b>Économiques</b>	Distance / durée du trajet	Plus l'itinéraire est court, plus la rotation est rapide, ce qui permet d'augmenter le nombre de livraisons mensuelles et d'optimiser le coût de revient par tonne transportée.	Chef de département TM Cadre OPR Exportateur
	Coût du loyer (affrètement)	Représente la part la plus importante du coût du fret maritime. Une meilleure rotation (ex. 5 voyages/mois) permet de rentabiliser ce coût.	Chef de département TM
<b>Stratégiques &amp; Règlements</b>	Délai de livraison exigé par le client	Critère déterminant dans le choix de l'itinéraire. Certaines demandes urgentes imposent des routes plus directes, même si elles sont plus coûteuses.	Exportateur
	Contraintes géopolitiques	Sonatrach exclut certaines destinations pour des raisons diplomatiques ou politiques, protégeant ainsi sa réputation et ses intérêts commerciaux.	Chef de département TM
	Réglementation environnementale (taxe carbone)	L'Union européenne impose une taxe carbone progressive (40 % en 2024, 70 % en 2025, 100 % en 2026). Cette réglementation incite au choix de navires plus propres et performants.	Chef de département TM
	Objectif de performance logistique	La satisfaction client repose sur la rapidité, la fiabilité, et la conformité du service ; le choix d'itinéraire devient un levier stratégique de compétitivité.	Chef de département TM Exportateur

**Source :** établi à partir des informations recueillies lors des entretiens semi-directifs que nous avons menés.

- **Question 3 :** Quelles sont les routes maritimes et les zones géographiques les plus fréquemment utilisées par Sonatrach pour l'exportation de naphta vers les pays européens ?

➔ Selon les différents interviewés (chef de département TM ; cadre assistant TM, cadre OPR, exportateur, informaticien), les routes maritimes les plus fréquemment empruntées par Sonatrach pour l'exportation de naphta vers l'Europe concernent principalement la Méditerranée occidentale et, dans une moindre mesure, l'Europe du Nord-Ouest.

Les principales zones géographiques de destination en Europe :

- Le SUD de l'Europe : (France) - (Italie)- (Espagne)
- L'Europe de l'ouest
- Pays bas
- Belgique ; France.

Réponse du chef de département TM : « Les principales routes maritimes empruntées par Sonatrach pour l'exportation de naphta vers l'Europe traversent la Méditerranée, en particulier sa partie occidentale, ainsi que les corridors menant vers l'Europe du Nord et de l'Ouest. »

- **Question 4 :** Pouvez-vous préciser les ports de départ en Algérie, les ports d'arrivée en Europe, utilisées en fonction des contraintes opérationnelles ?

**Tableau III- 6 : Ports de départ et d'arrivée pour l'exportation de naphta par Sonatrach**

Interviewés	Port de départ((Algérie)	Port d'arrivé (L'Europe)
<b>Exportateur</b>	Skikda, Alger, Arzew	Tarragone, Ras Lanuf, Vassiliko, Lavéra, Antwerp, Rotterdam, Augusta, Algeciras.
<b>Cadre OPR</b>	Skikda, Alger, Arzew	Cartagena, Huelva, Augusta, Livourne, Lavéra, Rotterdam, Anvers.
<b>Chef de département TM</b>	Skikda, Alger, Arzew	Lavéra, Augusta, Tarragone, Huelva, Rotterdam, Anvers, Le Havre.
<b>Cadre assistant TM</b>	Skikda, Alger, Arzew	Lavéra, Augusta, Tarragone, Huelva, Rotterdam, Anvers, Le Havre.

**Source :** Établi à partir des informations recueillies lors des entretiens semi-directifs que nous avons menés.

- **Question 5 :** Sonatrach collabore-t-elle avec des compagnies maritimes spécifiques dans le cadre de contrats d'affrètement ou de partenariats logistiques ?

➔ Selon les différents entretiens menés avec les responsables de Sonatrach, il ressort que l'entreprise ne collabore pas directement et de manière systématique avec des compagnies maritimes spécifiques. Elle opère principalement via des courtiers maritimes (brokers) pour l'affrètement de navires. Le recours à ces intermédiaires spécialisés permet d'accéder à une

expertise pointue du marché maritime, d'assurer une meilleure réactivité face aux évolutions réglementaires et d'obtenir des conseils sur les clauses contractuelles à négocier dans l'intérêt de l'entreprise.

**Méthodes d'affrètement utilisées :**

- Affrètement au voyage (voyage charter) : le coût du fret, les délais et les pénalités (surestaries) sont précisés pour une cargaison spécifique.
- Affrètement à temps (time charter) : le contrat stipule un loyer journalier pour la durée d'utilisation du navire.

**Processus contractuel :**

- Consultation du courtier maritime, avec une commission de 1,25 % sur le montant du fret.
- Envoi d'un cahier des charges avec un délai de réponse (ex : 48 h).
- Réception des offres et classement via un comité d'affrètement sécurisé.
- Critères de sélection : âge du navire (moins de 20 ans), restrictions géopolitiques (pas de passage par ports russes ou israéliens), compétitivité économique.
- Vérification du besoin avec la cellule CBR avant validation.
- Négociation finale via le courtier pour améliorer les conditions.
- Signature du contrat type standard, qui définit clairement les droits, obligations, délais et taxes (ex : taxe carbone européenne indirectement intégrée dans le fret).

Réponse du chef de département TM : « *Non pour Sonatrach on ne travaille pas avec des compagnies maritimes mais avec des brokers* »

Réponse cadre OPR : « *NON nous travaillons via un courtier* »

- **L'analyse du premier AXE à travers le logiciel N-vivo**

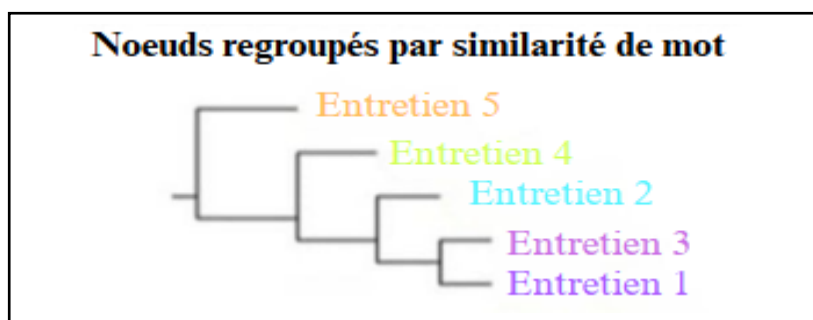
L'analyse des données a été effectuée avec N-Vivo, permettant de coder et d'interpréter les réponses des entretiens.



En seconde position, l'entretien 03 (cadre ATM) couvre environ 29,01% du thème. L'exportateur (entretien 4) et OPR (entretien 2) ont des contributions plus modérées.

Enfin, l'informaticien (entretien 5) présente une implication très faible, Cette répartition indique que les principaux apports proviennent des services directement impliqués dans la gestion quotidienne du transport maritime, en particulier le département dédié à cette fonction. Cela reflète la centralité de ce service dans la chaîne logistique de l'exportation des hydrocarbures.

**Figure III- 7: la proximité lexicale entre les entretiens**



**Source :** élaborée par le logiciel N-vivo, version 10.

Deux grands ensembles se dégagent très nettement. Le premier groupe comprend les entretiens 1, 2, 3 et 4. Leur proximité sémantique s'explique par l'usage d'un vocabulaire commun centré sur des notions telles que : navire, contrat, affrètement, Skikda, destination, quantités, fret, port, chargement, déchargement, etc. Ce noyau lexical homogène témoigne de l'existence d'un socle opérationnel partagé, révélateur de l'articulation fluide entre planification, exécution et supervision du transport maritime.

Le second groupe, composé uniquement de l'entretien 5, se démarque très clairement. Ce positionnement en marge est structurellement cohérent : l'acteur interviewé occupe une fonction technico-informatique, moins impliquée dans les processus décisionnels liés aux itinéraires ou à la logistique pure. L'analyse montre que ce discours mobilise un lexique plus technique et spécifique aux outils numériques, ce qui renforce l'isolement sémantique observé.

**Tableau III- 7: Coefficients de Corrélation de Pearson entre les Entretiens sur « L'Organisation du transport maritime des hydrocarbures »**

	Nœud A	Nœud B	Coefficient de corrélation Pearson
<b>1</b>	Nœuds\\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 5	Nœuds\\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 1	<b>0,467755</b>
<b>2</b>	Nœuds\\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 5	Nœuds\\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 4	<b>0,510852</b>
<b>3</b>	Nœuds\\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 5	Nœuds\\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 3	<b>0,571432</b>
<b>4</b>	Nœuds\\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 5	Nœuds\\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 2	<b>0,598446</b>
<b>5</b>	Nœuds\\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 4	Nœuds\\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 1	<b>0,619052</b>

<b>6</b>	Nœuds\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 4	Nœuds\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 3	<b>0,700792</b>
<b>7</b>	Nœuds\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 4	Nœuds\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 2	<b>0,72386</b>
<b>8</b>	Nœuds\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 3	Nœuds\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 2	<b>0,752466</b>
<b>9</b>	Nœuds\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 2	Nœuds\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 1	<b>0,773298</b>
<b>10</b>	Nœuds\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 3	Nœuds\1 Organisation du transport maritime des hydrocarbures\entretien 1	<b>0,780944</b>

**Source** : le logiciel N-vivo, version 10.

L'analyse des corrélations de Pearson, appliquée aux entretiens réalisés auprès des cinq responsables de Sonatrach, permet de dégager des tendances significatives en matière de convergence lexicale et de proximité conceptuelle. Les résultats révèlent une forte similarité linguistique entre les entretiens 1, 2, 3 et 4, traduisant une compréhension partagée des pratiques liées à l'organisation du transport maritime des hydrocarbures. Le coefficient de corrélation le plus élevé est observé entre les entretiens 1 (chef de département transport maritime) et 2 (cadre chargé de la planification), avec une valeur de 0,780944. Ce chiffre atteste d'une forte cohérence dans les représentations opérationnelles du processus, notamment sur les aspects liés à la gestion des itinéraires, aux contraintes techniques, et aux logiques contractuelles.

Les autres corrélations notables, comme celle entre l'entretien 3 (cadre assistant) et l'entretien 2 (0,773298) ou encore entre l'entretien 1 et l'entretien 3 (0,752466), confortent l'idée d'une unité de discours entre les différents acteurs de terrain. Ces résultats sont particulièrement révélateurs de la solidité du référentiel terminologique partagé au sein des services opérationnels de Sonatrach. Ils témoignent aussi d'un niveau de coordination élevé entre les fonctions, renforcé sans doute par l'expérience terrain, les échanges réguliers entre départements, et l'uniformisation des pratiques.

À l'inverse, l'entretien 5 (informaticien) affiche des coefficients nettement plus bas, notamment avec l'entretien 1 (0,467755) ou l'entretien 4 (0,510852). Ce décalage peut être interprété comme une distance fonctionnelle, voire une spécificité discursive propre aux métiers du support technique. Le vocabulaire mobilisé dans ce dernier entretien est vraisemblablement plus centré sur les outils de traitement de données, les plateformes numériques et les aspects liés à la gestion de l'information, ce qui le distingue logiquement des discours à dominante logistique ou stratégique.

### 3.2.2 La transcription et L'analyse des entretiens avec les cinq interviewées

#### Axe N° 2 : Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes

- **Questions N°6** : Quels sont les principaux défis et obstacles rencontrés par Sonatrach dans le choix et l'exploitation des itinéraires maritimes pour l'exportation des hydrocarbures, en particulier le NAPHTA ?

→ Selon les réponses des interviewés, plusieurs défis majeurs peuvent être identifiés dans le processus d'optimisation des itinéraires maritimes pour l'exportation du naphta.

- Limitations des infrastructures portuaires : Restrictions de tirant d'eau dans certains ports, entravant l'accès à des navires de grande capacité.
  - Disponibilité limitée de navires dédiés : Faible flexibilité logistique, avec un risque accru en cas de retard ou d'immobilisation du navire.
  - Conditions climatiques : Les tempêtes fréquentes en Méditerranée peuvent perturber les opérations maritimes.
  - Congestion portuaire : Surtout dans les grands hubs européens, cette congestion impacte les délais de chargement et de déchargement.
  - Contraintes opérationnelles : Créneaux de chargement restreints et indisponibilité de quais compliquent la gestion des plannings.
  - Problèmes de coordination : Insuffisance de coordination entre les services internes (production, logistique, transport maritime) et les partenaires externes (ports, transitaires, douanes), générant des dysfonctionnements dans le suivi des opérations.
  - Événements imprévus : Fermetures administratives ou modifications de programme de dernière minute dues à des restrictions portuaires ou à des conditions météorologiques défavorables, renforçant la complexité logistique.
- **Question 7 :** Dans quelle mesure la congestion portuaire, qu'elle soit ponctuelle ou récurrente, impacte-t-elle les délais de livraison et les coûts associés au transport des hydrocarbures ?

Selon les réponses des interviewés, la congestion portuaire constitue un obstacle majeur à la fluidité des opérations d'exportation du NAPHTA. Ses répercussions sont multiples et touchent aussi bien les délais de livraison que les coûts associés.

**Tableau III- 8: La congestion portuaire et ses répercussions sur les délais et les coûts logistiques**

Aspect impacté	Effets de la congestion portuaire	Conséquences spécifiques à Sonatrach	Sources / Observations
<b>Délais de livraison</b>	Allongement du temps d'attente en rade, retards d'accostage, non-respect des planches de déchargement	Perturbation du calendrier d'expédition ; retard de toutes les exportations suivantes en raison de l'utilisation d'un seul navire	Cadre OPR Cadre assistant TM Exportateur
<b>Coûts logistiques</b>	Augmentation des frais de demurrage, surestaries, frais de consignation, consommation de carburant	Surcoûts supportés par Sonatrach ou partagés selon les clauses du contrat commercial	Chef de département TM
<b>Organisation logistique</b>	Désorganisation du planning global ; enchaînement de retards	Immobilisation du seul navire dédié = effet domino sur les autres expéditions	Cadre OPR Exportateur

**Source :** élaboré par nos soins.

Réponse du chef de département TM :

« Tout d'abord, la congestion prolonge considérablement les temps d'escale, obligeant les navires à attendre en rade pendant plusieurs jours, voire jusqu'à deux semaines dans certains ports comme celui de Skikda. Ce délai affecte directement la ponctualité des expéditions. »

- **Question 8 :** Avez-vous déjà été confronté à des perturbations significatives liées à des facteurs géopolitiques (par exemple, des tensions diplomatiques), des conditions météorologiques extrêmes ou des problèmes techniques durant le transport ?

→ L'analyse des entretiens menés avec les responsables opérationnels de Sonatrach révèle que le transport maritime du NAPHTA n'est pas à l'abri de perturbations exogènes, parmi lesquelles les conditions météorologiques extrêmes, les tensions géopolitiques et les incidents techniques représentent les principales sources d'instabilité.

- **Conditions météorologiques extrêmes :** Tous les interviewés s'accordent à dire que la météo constitue l'un des principaux obstacles à la fluidité du transport maritime. Les épisodes de houle forte, de vent violent ou de brouillard dense, notamment en Méditerranée, peuvent entraîner la fermeture temporaire de certains ports ou retarder les opérations d'accostage et de déchargement. Comme le souligne Le chef du département de TM, « ces retards prolongent la durée des traversées et engendrent une surconsommation de carburant (bunker), surtout lorsque la cargaison de naphta doit être maintenue à une température spécifique, ce qui représente un coût logistique supplémentaire non négligeable. »
- **Aléas géopolitiques :** Bien que les itinéraires vers les zones instables soient généralement évités par souci de précaution, certaines situations exceptionnelles ont tout de même affecté les expéditions. Le cadre assistant TM rapporte « par exemple l'annulation soudaine d'une livraison en raison d'une tension diplomatique avec un pays importateur, ce qui a nécessité une re planification complète du voyage maritime, une redirection vers un autre port, ainsi qu'une coordination rapide avec les douanes et les partenaires commerciaux. »
- **Incidents techniques :** Les défaillances techniques à bord des navires constituent une autre source d'imprévu, comme l'illustre le cadre OPR « en évoquant un cas où une panne mécanique a retardé le départ du navire, perturbant l'ensemble du planning logistique, notamment lorsqu'un autre chargement était déjà prévu. Ces situations exigent des ajustements rapides et une réorganisation en temps réel des ressources humaines et matérielles. »
- **Question 9 :** Dans quelle mesure Sonatrach bénéficie-t-elle d'une flexibilité dans l'adaptation des itinéraires maritimes en cas de perturbations imprévues, telles que des incidents ou des changements urgents de destination ?

**Tableau III- 9: Évaluation de la flexibilité opérationnelle de Sonatrach dans l'ajustement des itinéraires maritimes face aux perturbations imprévues**

Axe d'analyse	Réponse	Interviewés
<b>Adaptabilité contractuelle</b>	« Des changements de destination ou d'allure sont possibles, mais uniquement dans les limites du contrat »	Chef de département TM
<b>Disponibilité de la flotte</b>	« Un seul navire dédié limite la réactivité. Tout ajustement nécessite une réorganisation logistique. »	Cadre OPR
<b>Contraintes économiques et logistiques</b>	« Les modifications imprévues entraînent des coûts supplémentaires et des contraintes de coordination. »	Cadre assistant TM
<b>Flexibilité géographique interne</b>	« En cas d'indisponibilité d'un port algérien, redirection vers un autre terminal national possible. Mais sans possibilité réelle de réorientation à l'international. »	Exportateur

Source : élaboré par nos soins.

→ La flexibilité de Sonatrach face aux perturbations imprévues demeure limitée. Elle est encadrée par des contraintes contractuelles, la faible disponibilité de moyens nautiques, et des restrictions logistiques, bien que des ajustements ponctuels soient envisageables dans un cadre bien défini.

- **Question 10** : Existe-t-il une procédure d'urgence pour re-router les navires, et quel est le délai nécessaire pour mettre en œuvre ces ajustements ?

Sonatrach dispose d'une procédure d'urgence pour re-router les navires en cas de perturbations imprévues, bien qu'elle soit majoritairement manuelle. Comme l'a souligné cadre assistant TM, la procédure inclut plusieurs étapes :

- « Notification immédiate du capitaine via l'agent maritime ou directement par nos services,
- Suivie d'une consultation rapide avec les parties prenantes internes (division commerciale, opérations, douanes, juridique).
- Le nouveau port de déchargement est alors contacté pour valider la faisabilité. »

→ Le délai d'ajustement varie : pour les cas simples, l'opération peut être réalisée en quelques heures, tandis que les situations complexes nécessitent généralement entre 24 et 48 heures. Le cadre OPR a ajouté : « Le temps nécessaire pour ajuster un itinéraire peut varier : parfois quelques heures suffisent, mais dans certains cas, il faut compter jusqu'à 24 ou 48 heures. » Le service informatique, selon l'informaticien, « met également à jour les systèmes pour refléter les modifications et les documents sont réajustés en conséquence. »

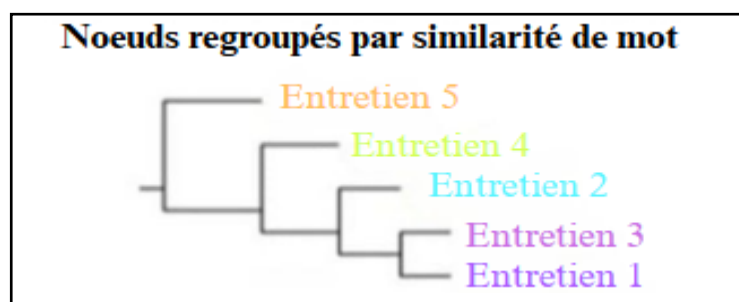
Sonatrach n'a pas de procédure d'urgence automatisée pour re-router les navires. Actuellement, les ajustements se font manuellement, impliquant plusieurs services internes.

- **L'Analyse du 2<sup>ème</sup> AXE Par le logiciel N-vivo, version 10**



- Entretien 1 (chef de département transport maritime) : très impliqué dans la coordination des navires, confronté directement aux défis logistiques.
- Entretien 3 (cadre assistant TM) : témoigne d'une vision terrain des obstacles.
- Entretien 4 (exportateur) : sensible aux impacts commerciaux des retards et incidents.
- L'entretien 5 (informaticien), en revanche, présente un taux de couverture plus faible, ce qui reflète un rôle plus périphérique sur les aspects opérationnels, bien qu'il ait mis en avant des contraintes liées aux systèmes d'information et au suivi technique

**Figure III- 10: la proximité lexicale entre les entretiens**



Source : logiciel N-vivo, version 10.

Le dendrogramme de similarité lexicale regroupe les entretiens en deux sous-groupes :

- **Groupe A** : entretiens 1, 2, 3 et 4 très proches, illustrant un noyau de convergence opérationnelle, axé sur la logistique, la gestion portuaire et les stratégies de mitigation.
- **Groupe B** : entretien 5 isolé, reflétant un discours technique plus spécifique, lié aux outils numériques et aux réponses informatisées aux aléas.

Ce découpage valide l'idée que la gestion des itinéraires maritimes est perçue comme un enjeu prioritairement logistique et commercial, tandis que les aspects informatiques jouent un rôle d'appui secondaire.

**Tableau III- 10 : Coefficients de Corrélation de Pearson entre les Entretiens sur « les Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes »**

	Nœud A	Nœud B	Coefficient de corrélation de Pearson
<b>1</b>	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 3	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 1	<b>0,691522</b>
<b>2</b>	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 2	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 1	<b>0,68328</b>
<b>3</b>	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 2	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 3	<b>0,6366</b>
<b>4</b>	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 4	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 2	<b>0,623362</b>
<b>5</b>	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 4	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 1	<b>0,607659</b>

6	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 3	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 4	0,605544
7	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 5	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 3	0,578874
8	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 5	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 2	0,57011
9	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 5	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 4	0,498062
10	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 5	Nœuds\2 Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes\entretien 1	0,469796

Source : logiciel N-vivo, version 10.

### 3.2.3 La transcription et L'analyse des entretiens avec les cinq interviewées

#### AXE N°3 : Pratiques d'optimisation et apports technologiques

- **Question 11** : Quelles pratiques ou outils Sonatrach utilise-t-elle actuellement pour optimiser les itinéraires maritimes dans le cadre de l'exportation des hydrocarbures (naphta) vers l'Europe ?

Réponse de l'informaticien :

« Le processus reste largement manuel. Le suivi des navires est assuré à l'aide d'outils tels qu'Excel et des plateformes comme MarineTraffic, permettant la localisation via le système AIS. La coordination opérationnelle repose principalement sur les échanges par courriel, téléphone et tableaux partagés. Des tableaux de bord internes existent, mais ceux-ci ne sont pas connectés aux données en temps réel. »

Réponse du cadre OPR :

« La planification des opérations se fait principalement à l'aide d'Excel, que ce soit pour le suivi des navires, la gestion des volumes à charger, les créneaux portuaires ou les dates d'expédition. Des tableaux internes sont mis en place et mis à jour manuellement afin d'assurer une certaine visibilité, bien que cela demeure limité en termes d'automatisation et de réactivité. »

→ L'absence d'outils numériques avancés chez Sonatrach limite l'efficacité de l'optimisation des itinéraires maritimes. L'utilisation d'Excel et d'autres méthodes manuelles entraîne des risques d'erreurs et réduit la réactivité des équipes.

- **Question 12** : Sonatrach dispose-t-elle de logiciels ou de systèmes de planification et de suivi des itinéraires maritimes ? Si oui, quels sont-ils et quel impact ont-ils sur l'efficacité de l'acheminement ?

**Tableau III- 11: logiciels et systèmes utilisés par Sonatrach pour la planification et le suivi des itinéraires maritimes**

Critères	Détails
Logiciels intégrés disponibles	Aucune solution logicielle spécifique dédiée à la planification et au suivi automatisés des itinéraires maritimes (absence de TMS ou ERP).

<b>Outils externes utilisés</b>	- Marine Traffic : Suivi en temps réel des navires grâce au système AIS. - Worldscale : Consultation des taux de fret standardisés pour les affrètements.
<b>Outils internes utilisés</b>	Microsoft Excel : Suivi des navires, planification des volumes à charger, gestion des créneaux portuaires et dates d'expédition
<b>Limites observées</b>	Pas d'intégration des outils (absence de système TMS). Forte dépendance à l'expérience des équipes et à la prise de décision manuelle. Manque de données en temps réel et de prédictivité (météo, congestion, coûts de carburant).
<b>Impact sur l'efficacité de l'acheminement</b>	L'efficacité reste acceptable grâce à l'expérience des équipes, mais l'absence de solutions automatisées limite l'optimisation des itinéraires et la réactivité, pouvant entraîner des retards ou des coûts supplémentaires

**Source : élaboré par nos soins, par adaptation.**

L'absence de système intégré pour la planification des itinéraires maritimes chez Sonatrach limite l'optimisation des opérations. Comme l'indique l'informaticien, « *l'absence d'un TMS intégré empêche une optimisation globale, car il n'existe pas d'outil permettant de proposer le meilleur itinéraire en tenant compte de facteurs tels que la météo ou la congestion portuaire.* »

- **Question 13 :** Dans quelle mesure l'utilisation des technologies avancées telles que l'intelligence artificielle (IA), le big data, ou des systèmes de gestion de la navigation est-elle intégrée dans la gestion des itinéraires maritimes chez Sonatrach ?

**Tableau III- 12 : Intégration des technologies avancées dans la gestion des itinéraires maritimes chez Sonatrach**

Technologie	Niveau d'intégration chez Sonatrach	Observations des répondants
IA	Non intégré.	« Nous n'utilisons pas encore l'intelligence artificielle ; nous en sommes encore très loin. » (Cadre assistant TM)
Big data	Non intégré.	« Aucun système n'exploite les données historiques pour prédire les itinéraires. » (Informaticien)
Système de navigation intelligents	Non intégré.	« Ce sont des technologies qui existent ailleurs dans le secteur, mais chez nous, on n'en est pas encore à ce niveau. » (Cadre OPR)
Outils de simulation	À l'état de projet ou en discussion	« Il y a des discussions mais sur le terrain, cela reste au stade de projet. » (Informaticien)
Réalité opérationnelle	Traditionnelle, basée sur l'expérience humaine.	« Gestion manuelle des itinéraires, sans assistance technologique avancée. » (Informaticien)

**Source :** élaboré par nos soins, par adaptation.

➔ Sonatrach n'a pas encore intégré l'IA, le big data ou les systèmes de navigation intelligents dans la gestion des itinéraires maritimes. Malgré leur fort potentiel en matière d'optimisation, ces technologies restent à l'état de projet, freinées par des limites structurelles et organisationnelles.

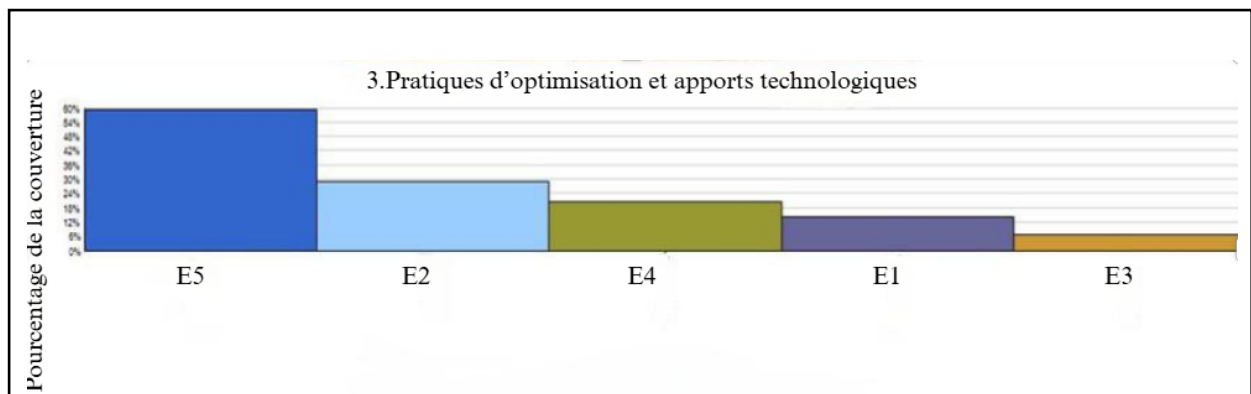
- **Questions 14 :** Pensez-vous que l'optimisation des itinéraires maritimes pourrait conduire à une réduction substantielle des coûts logistiques ?

➔ L'ensemble des interviewés s'accorde sur le fait que l'optimisation des itinéraires maritimes représente un levier stratégique pour réduire les coûts logistiques. Les postes les plus impactés sont le carburant, les délais de transport, la consommation du navire (le loyer). Cette optimisation va bien au-delà du simple raccourcissement des trajets : elle permet d'agir simultanément sur l'efficacité, la sécurité et la rentabilité des opérations logistiques.

- **Question 15 :** Quelles mesures ou recommandations concrètes pourriez-vous proposer pour améliorer l'efficacité des itinéraires maritimes de Sonatrach, notamment en termes de réduction des coûts, d'amélioration des délais de livraison et de gestion des risques ?

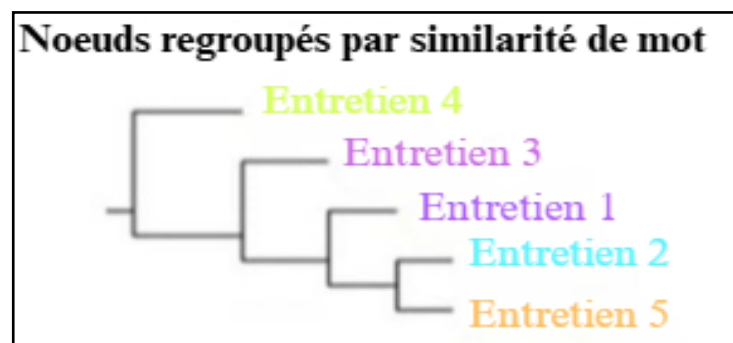
➔ Les recommandations convergent vers trois axes prioritaires : digitalisation, coordination interservices et formation continue. L'absence actuelle d'outils intégrés freine l'optimisation des itinéraires, alors que des solutions comme un TMS connecté et des systèmes d'analyse prédictive pourraient améliorer à la fois les délais, les coûts et la gestion des risques. Comme



**Figure III- 12: Répartition de la couverture du thème 3 par entretien**

Source : logiciel N-vivo, version 10.

Le graphique de couverture par entretien met en lumière un contraste marquant : l'entretien 5 (informaticien) et l'entretien 2 (cadre chargé de la planification) représentent à eux seuls plus de 60 % du volume de discours sur ce thème. Cela reflète une implication plus technique et détaillée de ces deux profils dans l'usage ou la réflexion autour des outils numériques. À l'opposé, les entretiens 3 (cadre assistant TM) et 4 (exportateur) présentent une couverture plus faible, ce qui pourrait indiquer une moindre familiarité ou un usage plus périphérique des technologies d'optimisation dans leurs fonctions respectives.

**Figure III- 13: la proximité lexicale entre les entretiens**

Source : le logiciel N-vivo, version 10.

**Tableau III- 13 : Coefficients de Corrélation de Pearson entre les Entretiens sur les Pratiques d'Optimisation et Apports Technologiques**

	Nœud A	Nœud B	Coefficient de corrélation de Pearson
<b>1</b>	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 5	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 2	<b>0.794169</b>
<b>2</b>	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 2	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 1	<b>0.71501</b>
<b>3</b>	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 5	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 1	<b>0.696798</b>
<b>4</b>	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 3	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 2	<b>0.654121</b>
<b>5</b>	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 5	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 3	<b>0.615625</b>
<b>6</b>	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 4	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 2	<b>0.607749</b>
<b>7</b>	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 3	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 1	<b>0.569901</b>
<b>8</b>	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 3	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 4	<b>0.531212</b>
<b>9</b>	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 4	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 1	<b>0.474687</b>
<b>10</b>	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 5	Nœuds\3 Pratiques d'optimisation et apports technologiques\entretien 4	<b>0.403293</b>

**Source : le logiciel N-vivo, version 10.**

Les coefficients de corrélation de Pearson confortent cette interprétation. L'entretien 5 est fortement corrélé à l'entretien 2 (0,794169) et à l'entretien 1 (0,71501), ce qui suggère une certaine proximité dans la perception ou la connaissance des outils technologiques entre les services informatiques et les équipes de planification.

### **3.3 Discussion et interprétation des résultats qualitatifs**

Les résultats de l'étude qualitative réalisée auprès des responsables de Sonatrach révèlent une gestion logistique des itinéraires maritimes globalement bien structurée, mais confrontée à plusieurs limites opérationnelles et technologiques.

Tout d'abord, les entretiens ont permis de confirmer que le choix des itinéraires maritimes est le fruit d'une réflexion combinant plusieurs critères : distance, délais, coûts d'affrètement, conditions climatiques, sécurité maritime, et contraintes géopolitiques. Ces choix sont également influencés par les exigences contractuelles (notamment les Incoterms) ainsi que par la disponibilité des navires. Dans ce cadre, les ports de Skikda, Arzew et Alger jouent un rôle central comme points de départ des exportations vers l'Europe, avec des destinations régulières telles que Rotterdam, Anvers, Lavéra ou Augusta.

Cependant, malgré cette organisation, les pratiques actuelles montrent une faible intégration technologique. Les outils utilisés restent essentiellement manuels (Excel, e-mail, plateformes de suivi comme MarineTraffic), et l'entreprise ne dispose pas de systèmes automatisés pour la planification ou l'optimisation des itinéraires. Cette situation limite la réactivité de Sonatrach face aux perturbations, telles que la congestion portuaire, les conditions météo extrêmes ou les imprévus techniques. Les ajustements d'itinéraires restent possibles, mais se font de manière lente et peu flexible, avec un recours à des procédures internes manuelles.

Par ailleurs, les entretiens soulignent que l'optimisation des itinéraires maritimes représente un levier stratégique important pour réduire les coûts logistiques (carburant, surestaries, affrètement) et améliorer les délais de livraison. Néanmoins, l'absence d'outils numériques dédiés (comme les TMS ou les systèmes prédictifs) constitue un frein majeur à la mise en œuvre de cette optimisation de manière proactive et structurée.

Enfin, il ressort des témoignages une volonté partagée d'améliorer la performance logistique, notamment à travers trois priorités : (1) la digitalisation des processus de planification et de suivi, (2) une meilleure coordination entre les services internes, et (3) une adaptation progressive aux normes environnementales (comme la taxe carbone européenne), qui influencent désormais les choix d'itinéraires.

En somme, cette étude qualitative confirme que Sonatrach dispose d'un système logistique maritime structuré, mais qu'une transformation est nécessaire pour passer d'une gestion réactive à une gestion véritablement optimisée et prédictive des itinéraires. Cela suppose non seulement l'intégration d'outils technologiques adaptés, mais aussi une révision des modes de coordination interne et des pratiques décisionnelles actuelles.

## Section 4 : Présentation d'un cas d'étude concret

Cette section vise à illustrer concrètement les enjeux liés à l'optimisation des itinéraires maritimes à travers l'analyse comparative de deux scénarios réels d'exportation de naphta depuis le port d'Arzew (Algérie) vers le terminal de Lavéra (France).

### 4.1 Exportation de naphta dans un contexte normalisé (scénario sans perturbation)

Cette première étude de cas illustre un scénario d'exportation de naphta depuis le port d'Arzew (Algérie) vers le port de Lavéra (France), exécuté sans aucun retard ni incident logistique. Elle permet d'analyser le déroulement optimal d'une opération maritime dans le cadre d'un contrat CFR dans lequel Sonatrach affrète le navire et prend en charge les coûts logistiques jusqu'au port de destination.

#### a) Lancement de la procédure de vente

Tout commence par l'expression d'un besoin de vente de naphta par le département commercial de Sonatrach. Dans le cadre d'un contrat spot, ce besoin est adressé à la division Opérations et Ventes (OPV). Celle-ci se charge alors de mobiliser les ressources internes nécessaires à l'exécution de la commande, notamment en termes de disponibilité produit et de moyens de transport maritime.

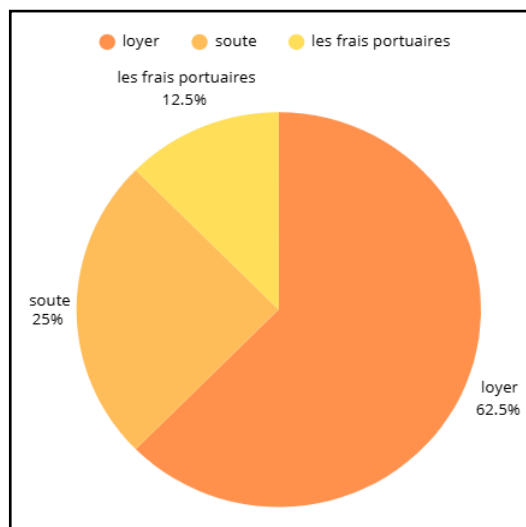
#### b) Validation des ressources internes

La division OPV consulte deux entités clés :

- La raffinerie, afin de confirmer la disponibilité d'un volume de naphta compris entre 26 000 et 32 000 tonnes métriques, selon la demande du client (ici TOTAL Énergies).
- La direction du Transport Maritime (TM), pour s'assurer de la disponibilité d'un navire de type MR (Medium Range). Ce navire est affrété par Sonatrach dans le cadre d'un contrat à temps (Time Charter) d'une durée d'un an, conclu via un shipbroker. Le coût total du fret intègre le loyer du navire, le carburant (soutes) et les frais portuaires.

$$\text{Coût de fret} = \text{coût du loyer} + \text{coût de soutes} + \text{les frais portuaires}$$

**Figure III- 14: Répartition des composantes du coût de fret maritime pour une cargaison de NAPHTA.**



**Source :** élaboré par nos soins, selon des données internes de SONATRACH.

### c) Confirmation logistique et planification du chargement

Dès lors que les deux entités confirment leur disponibilité, OPV établit une planche de chargement définissant une fenêtre opérationnelle au port d'Arzew (par exemple, du 13 au 15 avril 2025). Parallèlement, le client est invité à transmettre ses instructions documentaires, à savoir :

Le nombre de connaissements (BL), les informations relatives à l'expéditeur (vendeur) et au réceptionnaire (acheteur), la quantité à mentionner (en tonnes, m<sup>3</sup>, barils), le caractère négociable ou non du BL, le port de déchargement et son tirant d'eau maximal.

### d) Préparation du voyage maritime

Le TM formalise les instructions de voyage à destination du capitaine du navire. Celles-ci précisent notamment :

- L'itinéraire (Arzew → Lavéra),
- La cargaison attendue,
- Les documents et rapports à transmettre quotidiennement (localisation, état des opérations, vitesse, niveau des soutes, débit...).

Les acteurs concernés (TM, OPV, agent portuaire, client) sont mis en copie pour assurer un suivi transparent et synchronisé.

### e) Désignation de l'agent portuaire à Arzew

Sonatrach mandate HYPROC Shipping Company pour jouer le rôle d'agent portuaire au terminal d'Arzew. L'accostage du navire se fait selon le principe du premier arrivé, premier servi, conformément aux règles de gestion du port.

**f) Formalités douanières préalables**

Une déclaration douanière provisoire est soumise par le déclarant douanier de Sonatrach. Celle-ci repose sur une estimation de la valeur de la cargaison, basée sur le prix du marché (par exemple : 30 000 MT × 600 USD/tonne). La présence physique d'un représentant des Douanes algériennes est requise lors du chargement.

**g) Chargement de la cargaison**

Le navire doit se présenter dans la fenêtre assignée. Durant les opérations de chargement, le capitaine est tenu d'envoyer un rapport journalier au TM. Celui-ci mentionne l'état d'avancement du chargement, les performances, et tout élément opérationnel pertinent.

**h) Clôture du chargement et transmission des documents**

À l'issue du chargement (quantité réelle entre 26 000 et 31 000 MT), le capitaine remet l'ensemble des documents requis :

- Connaissance (BL),
- Time Sheet,
- Certificats de quantité et de qualité,
- Cargo Manifest.

Ces documents sont signés par le capitaine, le représentant de Sonatrach, et l'inspecteur indépendant. Ensuite, OPV contacte le client pour confirmer le ou les ports de déchargement. En parallèle, une déclaration douanière définitive est établie, basée sur la quantité réelle et le prix définitif, permettant l'émission de la facture finale (paiement sous 30 jours).

**i) Préparation du déchargement à Lavéra**

Le client transmet ses instructions de déchargement au TM, qui nomme alors un agent portuaire à Lavéra. Cette nomination est communiquée au capitaine du navire.

**j) Coordination avec le port de Lavéra**

Le capitaine annonce son heure estimée d'arrivée (ETA) à l'agent désigné. Ce dernier, en coordination avec la capitainerie du port, organise l'accostage du navire en réservant une fenêtre de déchargement.

L'acheteur s'assure que le terminal est prêt à réceptionner la cargaison et informe les autorités portuaires françaises de la date prévue d'arrivée

**k) Déchargement et clôture de l'opération**

Une fois le naphtha transféré à terre, la quantité réceptionnée est comparée à celle figurant sur le BL. Un écart tolérable de 0,5 % est admis. Si l'écart est supérieur, l'acheteur est en droit de déposer une réclamation.

L'opération se conclut avec la libération du navire, désormais disponible pour une nouvelle affectation.

**Figure III- 15 : Time sheet détaillé du scénario d'exportation sans retard – Arzew vers Lavéra.**

scenario sans retards						
		Arzew arrivé	13/04/2025 21:00			
planche de chargement	13-15/04/2025	start ldg	13/04/2025 22:00	1:00:00 heures	0,042 jours	
		end ldg	15/04/2025 10:30	36:30:00 heures	1,521 jours	
date BL du chargement	19/04/2025	sortie Arzew	15/04/2025 13:00	2:30:00 heures	0,104 jours	
quantité BL chargée	31 405,50 MT				1,667	temps au port de chargement
		traversé vers port de déchargement		51:00:00 heures	2,125 jours	temps de traversé arzew-lavera
		LAVERA arrivé	17/04/2025 16:00			
planche de déchargement	17-19/04/2025	start dish	17/04/2025 18:00	2:00:00 heures	0,083 jours	
		end dish	19/04/2025 14:30	44:30:00 heures	1,854 jours	
		sortie lavera	19/04/2025 16:00	1:30:00 heures	0,063 jours	
					2,000	temps au port de chargement
		traversé vers port de soutage MALTA		0:00:00 heures	0,000 jours	
déviations pour soutage		Arrivé Malta				
		sortie Malta		0:00:00 heures	0,000 jours	
				0:00:00 heures	0,000 jours	
ralentissement de la vitesse de traversé en raison mauvaise météo:		début reduction vitesse				
		Fin reduction vitesse		0:00:00 heures	0,000 jours	
		traversé vers port de chargement (prochaine voyage)		47:00:00 heures	1,958 jours	temps de traversé lavera -skikda
		Arrival skikda	21/04/2025 15:00			

**Source :** élaboré par nos soins, À partir des données collectées lors de notre stage effectué au sein de Sonatrach.

Cette figure présente le time sheet complet d'un transport maritime de NAPHTA entre le port d'Arzew (Algérie) et le port de Lavéra (France), dans un scénario exempt de perturbations. Elle détaille :

- Les temps associés aux opérations de chargement au port d'Arzew,
- La durée de traversée maritime (51 heures),
- Les opérations de déchargement à Lavéra,
- L'absence de déviations pour soutage ou de ralentissements météorologiques,
- Ainsi que le retour du navire vers le port de Skikda en vue d'un prochain voyage.

Ce time sheet constitue une base de référence pour évaluer les écarts en cas de perturbations logistiques.

Tableau III- 14: le cout du voyage du premier scénario

	Post de cout	Jours	Calculs	Valeur USD
<b>Loyer</b>	Chargement Arzew	1,667	$25000 \times 1,667$	<b>41675</b>
	Laden	2,125	$25000 \times 2,125$	<b>53125</b>
	Déchargement Lavera	2	$25000 \times 2$	<b>50000</b>
	Ballast	1,958	$25000 \times 1,958$	<b>48950</b>
<b>TL</b>				<b>193750</b>
<b>Soutes</b>	Chargement Arzew	Par opération	$500 \times 9$	<b>4500</b>
	Laden	2 ,125	$500 \times 20 \text{ mt} \times 2,125$	<b>21250</b>
	Déchargement Lavera	Par opération	$500 \times 16,5$	<b>8250</b>
	Ballast	1,958	$500 \times 15\text{mt} \times 1, 958$	<b>14685</b>
<b>TS</b>				<b>48685</b>
<b>Frais portuaire</b>	Chargement Arzew			<b>30000</b>
	Déchargement Lavera			<b>65000</b>
<b>TFP</b>				<b>95000</b>
<b>Cout du voyage</b>	<b>TL +TS+ TFP</b>			<b>337435</b>

Source : élaboré par nos soins.

**Cout du voyage = 337435**

#### 4.2 Scénario avec retards : grève au port, déviation pour soutage, et conditions météorologiques défavorables

Ce deuxième scénario illustre une situation perturbée lors de l'exportation d'une cargaison de naphtha entre Arzew (Algérie) et Lavéra (France). Contrairement au scénario de référence sans retards, celui-ci met en lumière plusieurs événements imprévus ayant eu un impact significatif sur le déroulement de l'opération maritime, tant sur le plan temporel que logistique.

**Remarque :** Il convient de préciser que les étapes allant d'a) à j) – allant de l'expression du besoin commercial jusqu'à la coordination logistique avec le port de Lavéra – se sont déroulées conformément au scénario de référence (sans retard). Aucun incident majeur n'a été enregistré durant cette phase préparatoire et lors du transit initial vers le port français.

**k) Déchargement et clôture de l’opération**

Cependant, le déchargement de la cargaison a été fortement perturbé par **une grève** survenue au port de Lavéra, provoquant **une congestion portuaire** importante. Le navire, déjà positionné sur zone, a été contraint d’attendre plusieurs jours avant de pouvoir accoster et débiter les opérations de déchargement.

Durant cette attente, le capitaine a dû veiller à **maintenir la température du naphta** dans des seuils techniques précis pour préserver sa qualité. Cette exigence a engendré une **consommation accrue de carburant**, bien au-delà des prévisions initiales.

Une fois le déchargement terminé, il est apparu que **les soutes restantes étaient insuffisantes** pour poursuivre le **programme maritime prévu**. Le navire a donc dû **dériver vers Malte** pour procéder à un soutage imprévu. Cette escale technique a généré des **surcoûts** non planifiés et un nouveau **décalage dans le calendrier logistique**.

Sur **le trajet vers Skikda**, une **mauvaise météo** a contraint le navire à **ralentir sa vitesse**, entraînant un **retard supplémentaire**. Cette succession d’incidents a eu un **impact direct** sur l’organisation de **l’expédition suivante**, qui devait initialement permettre d’acheminer une cargaison vers Rotterdam en mode **CFR** (Coût + Fret).

En raison du retard, la fenêtre de chargement a été manquée, et le contrat a dû être restructuré en **FOB**. Cette reconfiguration logistique signifie que le client a dû prendre en charge lui-même l’affrètement maritime, ce qui représente une perte d’opportunité pour Sonatrach, tant en termes de contrôle opérationnel que de marge commerciale.

**Figure III- 16: Time sheet détaillé du scénario d’exportation avec retard – Arzew vers Lavéra.**

scenario avec retards au déchargement (grève lavera, déviation soutage a malta, puis ralentissement due au mauvaise meteo)						
		Arzew arrivé	13/04/2025 21:00			
planche de chargement	13-15/04/2025	début charg	13/04/2025 22:00	1:00:00 heures	0,042 jours	
		fin charg	15/04/2025 10:30	36:30:00 heures	1,521 jours	
date BL du chargement	19/04/2025	sortie Arzew	15/04/2025 13:00	2:30:00 heures	0,104 jours	
quantité BL chargée	31 405,30 MT				1,667	
		traversé vers port de déchargement		51:00:00 heures	2,125 jours	
		LAVERA arrivé	17/04/2025 16:00			
planche de déchargement	17-19/04/2025	accosté	20/04/2025 17:24	73:24:00 heures	3,058 jours	attente grève lavera
		début décharg	20/04/2025 18:50	1:26:00 heures	0,060 jours	
		fin décharg	22/04/2025 14:30	43:40:00 heures	1,819 jours	
		sortie lavera	22/04/2025 15:10	0:40:00 heures	0,028 jours	
		traversé vers port de soutage MALTA		88:50:00 heures	3,701 jours	
déviaton pour soutage		Arrivé Malta	26/04/2025 08:00			
		sortie Malta	27/04/2025 03:00	19:00:00 heures	0,792 jours	temps déviation soutage
				15:00:00 heures	0,625 jours	temps traversé du port de soutage au pointe commencement du mauvaise meteo
ralentissement de la vitesse de traversé en raison mauvaise météo:		début reduction vitesse	27/04/2025 18:00			
		Fin reduction vitesse	28/04/2025 15:45	21:45:00 heures	0,906 jours	temps traversé de periode de mauvaise meteo
		traversé vers port de chargement (prochaine voyage)		47:15:00 heures	1,969 jours	temps traversé de periode de fin mauvaise meteo au prochine port de chargement
		Arrival skikda	30/04/2025 13:00			

**Source :** élaboré par nos soins, À partir des données collectées lors de notre stage effectué au sein de Sonatrach.

Tableau III- 15 : le cout du voyage « scénario avec retard »

	Poste du couts	Jours	Calcul	Valeur (USD)
<b>Loyer</b>	Chargement Arzew	1,667	25000×1,667	<b>41675</b>
	Laden Arzew, lavera.	2,125	25000×2,125	<b>53125</b>
	Congestion portuaire lavera	<b>3,058</b>	25000×3,058	<b>76450</b>
	Déchargement lavera	2	25000×2	<b>50000</b>
	Ballast lavera- Malta	<b>3,701</b>	25000×3,701	<b>92525</b>
	Soutage malta	<b>0,792</b>	25000 × 0,792	<b>19800</b>
	Ballast malta- Skikda	<b>3,5<sup>101</sup></b>	25000×3,5	<b>87500</b>
<b>TL</b>				<b>421075</b>
<b>Soutes</b>	Chargement		500×9	<b>4500</b>
	Laden Arzew- lavera	3,058	500×20×3,058	<b>30580</b>
	Déchargement		500×16,5	<b>8250</b>
	Ballast lavera- malta	3,701	500×15×3,701	<b>27757,5</b>
	Ballast malta – Skikda.	3,5	500×15×3,5	<b>26250</b>
<b>TS</b>				<b>97337,5</b>
<b>Frais portuaire</b>	Chargement Arzew			<b>30000</b>
	Déchargement lavera			<b>65000</b>
	Soutage malta			<b>15000</b>
<b>TFP</b>				<b>110000</b>
<b>Le cout du voyage*</b>	<b>TL+TS+TFP</b>			<b>628412,5</b>

Source : élaboré par nos soins.

Le cout du voyage = le cout du voyage\* - la surestarie

Le cout du voyage = 628412,5 – (10000×3,058j)

**CV = 597835,5 USD**

<sup>101</sup> 3,5 = 0,625j (temps traversé du port de soutage au point commencement du mauvaise météo) + 0,906j (temps traversé de période de mauvaise météo) + 1,969j (temps traversé de période de fin mauvaise météo au prochain port de chargement)

### 4.3 Analyse comparative des scénarios en termes de délais et de coûts logistiques

Nous procédons à une comparaison détaillée entre deux scénarios d'exportation d'une cargaison de naphta depuis Arzew vers Lavéra : l'un réalisé dans des conditions normales (sans retard), l'autre perturbé par plusieurs événements imprévus (grève portuaire, déviation pour soutage, et mauvaises conditions météorologiques).

L'objectif est d'évaluer les impacts concrets de ces aléas sur les délais d'exécution des opérations maritimes ainsi que sur les coûts logistiques globaux, en identifiant les écarts significatifs et les principaux postes de surcoût.

#### a) Analyse comparative des scénarios en termes de délais

L'analyse comparative des délais repose sur les données issues des deux time sheets précédemment présentées. Plusieurs phases du processus ont été mesurées et comparées pour mettre en évidence l'impact des perturbations enregistrées dans le scénario avec retard.

**Tableau III- 16: Comparaison des délais entre le scénario sans retard et le scénario avec retards.**

Phase opérationnelle	Détail de l'opération	Scénario sans retard	Scénario avec retards	Écart constaté	Commentaires
Chargement à Arzew	Temps total au port (du 13 au 15 avril 2025)	1,667 jours	1,667 jours	0 jour	Opérations de chargement identiques dans les deux scénarios.
Traversée Arzew → Lavéra	Navigation vers le port de déchargement	2,125 jours	2,125 jours	0 jour	Pas de variation sur la traversée initiale.
Séjour au port de Lavéra	Attente + déchargement (du 17 au 22 avril 2025)	2,000 jours	5,058 jours	+3,058 jours	Blocage dû à une grève, entraînant un retard majeur au port de déchargement.
Déviation pour soutage (Malte)	Aller vers Malte pour soutes	0 jour	3,701 jours	+3,701 jours	Déviation nécessaire suite à la surconsommation causée par l'immobilisation.
Soutage malta	Temps du navire sur le quai de malta	0 jours	0,792 Jours	+0,792 jours	Temps du navire sur le quai de malta pour le soutage du fuel 1.0
Ralentissement météo	Période de navigation à vitesse réduite	Non concerné	0,906 jours	+0,906 jours	Mauvaises conditions météo avant Skikda.

Traversée vers Skikda	Lavéra (ou Malte) → Skikda	1,958 jours	2,594 jours	+0,636 jours	Légère différence liée à la route suivie.
Total (jusqu'à Skikda)	Fin chargement Arzew → arrivée Skikda	7,75 jours	16,843 Jours	+9,093 jours	Délai presque doublé à cause des imprévus.

Source : élaboré par nos soins.

L'analyse comparative des deux scénarios d'expédition révèle un écart temporel majeur, passant d'environ 7,75 jours dans le scénario sans retard à plus de 15 jours dans le scénario avec retard. Ce doublement de la durée n'est pas lié à une mauvaise planification interne, mais découle exclusivement de facteurs externes non maîtrisables par Sonatrach.

Plus précisément, trois éléments exogènes ont perturbé la chaîne logistique :



Ces événements soulignent la vulnérabilité du transport maritime aux aléas extérieurs et la nécessité pour les opérateurs comme Sonatrach d'adopter des outils d'anticipation (monitoring météo, scénarios de reroutage, stock tampon de carburant) pour atténuer l'impact des imprévus. Ils montrent aussi l'importance de flexibiliser la chaîne logistique afin d'assurer la continuité des opérations, même en cas de force majeure.

#### b) Analyse comparative des scénarios en termes des coûts

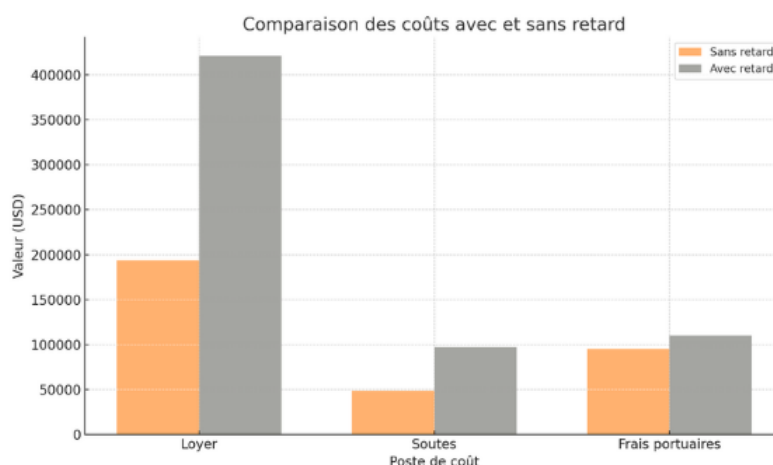
Cette comparaison a pour objectif de mesurer les écarts de coûts générés par ces incidents et d'en tirer des enseignements pratiques pour l'optimisation des futures opérations logistiques. À travers l'analyse détaillée des différents postes de dépenses notamment le temps de location du navire, la consommation de carburant (soute) et les frais portuaires nous mettons en évidence les surcoûts engendrés, tout en identifiant les opportunités d'amélioration, notamment en matière de prévision, de planification et de gestion des risques.

Ce tableau met en évidence les écarts de coûts générés par les facteurs externes (grève, déviation pour soutage, conditions météorologiques) sur l'itinéraire maritime.

**Tableau III- 17 : Impact des facteurs perturbateurs sur les coûts d'un itinéraire maritime « analyse comparative »**

Poste de coût	Scénario sans retard (USD)	Scénario avec retard (USD)	Variation	Cause principale du surcoût
Loyer	193 750	421075	+227325	Congestion portuaire+ Détour pour soutage + Météo
Les soutes	48 685	97337,5	+48652,5	Déviations + Allongement temps de mer
Frais portuaires	95 000	110000	+15000	Dû à l'accostage au niveau de malta pour soutage
Coût totale du voyage	337435	597835,5	+260400,5	Retards et imprévus opérationnels

Source : élaboré par nos soins.

**Figure III- 17: Impact des retards opérationnels sur les postes de coûts d'un itinéraire maritime (Arzew – Lavéra)**

Source : élaboré par nos soins.

Le graphique illustre la variation des coûts logistiques entre les scénarios « sans retard » et « avec retard ». L'augmentation du loyer (+117 %) s'explique par la congestion au port de Lavéra, une déviation vers Malte pour soutage et une perturbation météorologique. Le coût des soutes connaît une hausse de +99,9 % en raison de l'allongement du temps en mer, tandis que les frais portuaires augmentent de 15,8 % du fait de l'escale additionnelle. Ces facteurs externes engendrent un surcoût global de 260 400,5 USD, soit +77 % du coût initial.

Tableau III- 18 : Impact du choix du port de soutage sur l'optimisation des itinéraires maritimes « comparaison Malte / Augusta »

Élément analysé	Malte	Augusta	Analyse comparative
<b>Coût du carburant (soutage)</b>	500 USD/tonne	510 USD/tonne	Malte est moins cher de 10 USD/tonne, mais cet avantage est relatif.
<b>Distance depuis Lavéra</b>	≈ 780 milles nautiques	≈ 640 milles nautiques	Augusta est plus proche, donc théoriquement plus rapide à atteindre.
<b>Temps de navigation estimé</b>	+3,701 jours (aller-retour)	≈ +2,5 jours (estimation)	Malte allonge la durée du voyage, ce qui augmente le coût du loyer.
<b>Coût du loyer du navire</b>	≈ 92 525 USD	≈ 62 500 USD	Le détour vers Malte a engendré près de 30 000 USD de surcoût en loyer.
<b>Coût des soutes global</b>	≈ 97 337,5 USD	≈ 80 000 USD (estimation)	Malte plus coûteux en raison du temps de mer accru (ballast et laden).
<b>Frais portuaires</b>	≈ 15 000 USD	≈ 12 000 USD	Légère économie supplémentaire possible à Augusta.
<b>Conditions météorologiques</b>	Impact négatif constaté après Malte	Moins d'impact prévu	Détour par Malte exposé à de mauvaises conditions météo en direction de Skikda.
<b>Impact global sur le voyage</b>	Retard total ≈ +9,093 jours	Estimé entre +6,5 et +7 jours	Augusta aurait permis de réduire significativement la durée et les coûts du voyage.

Source : élaboré par nos soins.

L'étude de cas a révélé l'impact significatif des retards liés à **la congestion portuaire**, aux **conditions météorologiques défavorables** et aux **détours pour soutage** sur le **coût total** de l'exportation du naphta. Ces **facteurs externes** provoquent une augmentation substantielle **des frais de location, des soutes et des frais portuaires**, ce qui **double** quasiment le **coût total du voyage**. L'analyse met en lumière la nécessité d'une meilleure planification et d'une **optimisation des itinéraires maritimes**, notamment en choisissant **des escales de soutage plus proches** et en **anticipant les aléas**, afin de **réduire les coûts logistiques et améliorer la performance opérationnelle**

#### 4.4. Suggestion : Développement d'une plateforme digitale d'optimisation des itinéraires maritimes.

Dans le cadre de l'exportation du naphta, plusieurs contraintes logistiques ont été identifiées à travers une analyse qualitative basée sur des entretiens semi directifs avec des responsables de Sonatrach, ainsi qu'une étude de cas quantitative. Ces analyses ont mis en évidence la nécessité de mettre en place une solution intégrée permettant de planifier, organiser et optimiser les itinéraires maritimes. La présente recommandation vise à proposer le développement d'une telle solution sous la forme d'une plateforme digitale.

- **Fondement de la suggestion**

L'analyse croisée des résultats issus des entretiens semi-directifs et de l'étude de cas révèle plusieurs lacunes et besoins :

- Les responsables expriment un besoin accru de souplesse, de visibilité sur les itinéraires et de réactivité face aux imprévus.
- L'étude de cas a montré les conséquences importantes des retards (grèves, météo, détours), en termes de temps et de coûts.

—> Il en ressort une **absence d'outil digital** unifié permettant une planification efficace et une coordination en temps réel.

- **Présentation de la plateforme proposée**

La plateforme proposée, nommée à titre provisoire « **NaphTrack** »,

- Elle se présente comme un outil d'aide à la décision opérationnelle, conçu pour les acteurs de la logistique maritime pétrolière.
- Elle combine visualisation, suivi en temps réel, simulation, analyse prédictive et recommandation automatisée.

—> **Objectif** : minimiser les délais et coûts, tout en améliorant la résilience des opérations.

**Tableau III- 19 : Modules fonctionnels de la plateforme « Naph Track »**

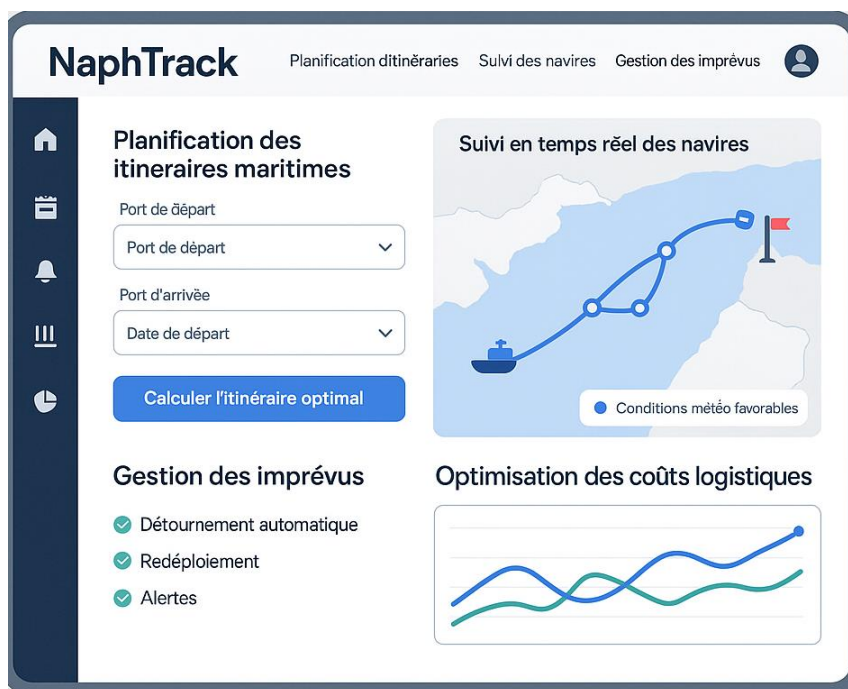
Module	Explication
<b>Carte interactive</b>	Affiche les itinéraires, ports de soutage (ravitaillement), conditions météo et courants marins pour une planification visuelle rapide et intuitive.
<b>Suivi AIS</b>	Permet un suivi en temps réel des navires. Il contribue à une meilleure coordination des mouvements et à l'anticipation des congestions dans les zones portuaires ou à haute densité de trafic maritime.
<b>Tableau de bord KPI</b>	Grège des indicateurs de performance tels que les coûts par mille nautique, la durée moyenne des trajets, la consommation de

	carburant ou encore les retards. Cet outil permet un suivi rigoureux des performances logistiques.
<b>Alertes intelligentes</b>	Émet des notifications en cas d'événements imprévus tels que des grèves, des conditions météorologiques extrêmes ou des embouteillages portuaires. Il renforce ainsi la réactivité opérationnelle face aux aléas.
<b>IA de recommandation</b>	Repose sur des algorithmes capables d'analyser les historiques de navigation afin de proposer des itinéraires optimisés, tenant compte des contraintes de coûts, délais et risques. Ce module constitue un levier important d'optimisation proactive.
<b>Simulateur de soutage</b>	Permet de comparer les ports selon plusieurs critères : coûts de ravitaillement, délais d'accès, disponibilité et contraintes logistiques. Il facilite le choix du port de soutage le plus adapté à chaque itinéraire.

**Source :** élaboré par nos soins.

L'intégration de ces modules dans une plateforme unique vise à renforcer la performance globale du transport maritime en apportant visibilité, flexibilité et capacité d'adaptation à l'ensemble de la chaîne logistique.

**Figure III- 18: Maquette fonctionnelle de la plateforme NaphTrack pour l'optimisation des itinéraires maritimes d'exportation du naphtha**



**Source :** élaboré par adaptation.

Afin de faciliter l'appropriation de cette recommandation, une maquette fonctionnelle de la plateforme NaphTrack a été élaborée. Elle illustre l'interface principale intégrant les fonctionnalités clés :

- Planification intelligente des itinéraires maritimes
- Suivi en temps réel du trafic maritime et des conditions météo
- Optimisation dynamique des coûts logistiques
- Gestion des imprévus par alertes, redéploiement automatique et détournement assisté.

### Conclusion du 3<sup>ème</sup> chapitre

L'étude conduite dans ce chapitre, articulée autour d'une analyse qualitative fondée sur des entretiens semi-directifs et d'une étude de cas appliquée à l'exportation du naphta, a permis de dresser un diagnostic rigoureux de la gestion des itinéraires maritimes chez Sonatrach. Il en ressort une organisation logistique relativement bien structurée, fondée sur des critères multiples (coûts, délais, sécurité, géopolitique), mais freinée par une faible intégration technologique et une gestion encore largement manuelle.

Les résultats montrent que les aléas tels que la congestion portuaire, les conditions météorologiques ou les détours pour soutage ont un impact significatif sur les performances logistiques, en augmentant notablement les coûts et les délais. Par ailleurs, l'absence d'outils numériques dédiés limite la capacité d'anticipation et de réactivité de l'entreprise.

Face à ces constats, des recommandations concrètes ont été proposées, visant principalement à renforcer la digitalisation des processus, améliorer la coordination interne, anticiper les risques logistiques, et adapter les pratiques aux nouvelles exigences environnementales. Ces leviers d'action constituent les fondements d'une transition vers une logistique maritime plus efficace, résiliente et compétitive.

## ***CONCLUSION GENERALE***

---

Ce mémoire a porté sur une problématique centrale dans la gestion logistique internationale : **l'optimisation des itinéraires maritimes pour l'exportation du naphta**, un produit stratégique dans le portefeuille des hydrocarbures algériens. En croisant une approche qualitative fondée sur des entretiens semi-directifs avec des responsables de Sonatrach et une étude de cas réelle impliquant deux scénarios d'exportation avec et sans retards, notre recherche a mis en lumière les principaux leviers de performance et les obstacles structurels à une logistique maritime efficace.

Notre hypothèse principale postulait qu'une meilleure planification et optimisation des itinéraires maritimes permet de réduire les coûts logistiques et d'accroître la performance opérationnelle de l'exportation du naphta. Les résultats obtenus la confirment pleinement. Le scénario sans retard, caractérisé par une navigation fluide et une coordination maîtrisée des opérations portuaires et maritimes, a démontré un rendement logistique optimal, avec des coûts maîtrisés, des délais respectés et une satisfaction client élevée.

À l'inverse, le scénario avec retards impliquant une grève portuaire à Lavéra, une déviation vers Malte pour le soutage, puis un déroutement vers Rotterdam a engendré des coûts supplémentaires importants, un allongement des délais et une perturbation de la chaîne d'approvisionnement. Ces résultats illustrent concrètement l'importance cruciale d'une planification préventive et réactive des itinéraires maritimes.

Notre **première hypothèse secondaire** selon laquelle les retards et surcoûts sont souvent liés à des imprévus externes mal anticipés ou mal gérés se vérifie également. Les entretiens ont révélé que de nombreux événements perturbateurs (météo, congestion, incidents techniques, grèves, problèmes réglementaires) sont aujourd'hui insuffisamment anticipés dans les stratégies d'exportation. Le manque d'outils prédictifs et de scénarios alternatifs nuit à la capacité des entreprises à gérer l'incertitude logistique, générant ainsi des surcoûts évitables.

**La deuxième hypothèse secondaire** affirmant que l'utilisation d'outils technologiques (logiciels spécialisés, big data, suivi en temps réel) permet de mieux gérer les itinéraires maritimes et d'améliorer la réactivité face aux incidents a été validée à travers les entretiens menés. Plusieurs responsables ont souligné le potentiel des plateformes de gestion intégrée, du suivi satellitaire des navires (AIS), des modèles prédictifs fondés sur les données historiques, et de l'intelligence artificielle pour simuler des itinéraires optimaux ou proposer des ajustements dynamiques. L'usage de ces outils reste cependant limité ou inégalement maîtrisé au sein des entreprises exportatrices algériennes, ce qui constitue un axe d'amélioration majeur.

Enfin, **la troisième hypothèse secondaire** selon laquelle l'analyse comparative de cas concrets met en évidence les leviers d'amélioration les plus pertinents s'est révélée fondamentale pour notre recherche. La comparaison entre les deux scénarios a permis de dégager des enseignements pratiques : importance de la flexibilité dans le choix des ports d'escale, nécessité d'anticiper les risques sociaux ou météorologiques, avantage de la contractualisation avec des armateurs offrant des solutions de reroutage, et pertinence des outils numériques pour une planification intelligente des flux. Ces constats fournissent des recommandations directement exploitables pour améliorer la compétitivité logistique à l'export.

Ainsi, ce travail confirme que l'optimisation des itinéraires maritimes ne relève pas seulement d'une logique technique, mais d'une vision stratégique intégrée, combinant anticipation, technologie, gestion des risques et réactivité. Il s'inscrit dans une dynamique plus large de modernisation de la logistique du commerce extérieur algérien, qui exige à la fois des transformations organisationnelles internes et des réformes institutionnelles, notamment en matière de réglementation portuaire, de digitalisation des flux et d'accès à l'information en temps réel.

Cependant, ce mémoire comporte des limites, notamment liées à la disponibilité partielle des données, aux contraintes de temps et à l'échantillon restreint des entretiens réalisés. Ces limites ouvrent des perspectives intéressantes pour de futures recherches. Nous encourageons notamment l'exploration des thèmes suivants :

- L'intégration des critères environnementaux dans l'optimisation des itinéraires maritimes (réduction de l'empreinte carbone, énergies alternatives).
- L'analyse comparative entre plusieurs entreprises ou filières d'exportation pour mieux cerner les bonnes pratiques.
- Le développement d'un modèle prédictif d'aide à la décision basé sur des données historiques et en temps réel.
- L'étude des conditions de mise en œuvre d'une plateforme digitale nationale ou régionale de gestion des exportations maritimes.

En conclusion, ce mémoire souligne que la performance à l'exportation du naphta algérien dépendra de la capacité des acteurs à combiner intelligence stratégique, technologies avancées et adaptation permanente aux imprévus logistiques. Cette voie d'optimisation constitue un levier essentiel pour renforcer la présence de l'Algérie sur les marchés internationaux et améliorer la rentabilité de ses exportations d'hydrocarbures.

## ***BIBLIOGRAPHIE***

---

### *Bibliographie*

#### Ouvrages

- ARZUMANYAN et autres, exporter, éditions Foucher, Paris, 2024.
- BOSSU, HENROTTE(S), PHILIPPE : Finance de marché, Edition Dunod, Paris.
- BOUZIANE(S) : Maghreb et Moyen-Orient dans la mondialisation, Edition Armand Colin, Paris, 2010.
- BRUN, FLORENCE (D), CATHERINE (M- S), CATHERINE, Fiches de stratégie de développement des exportations, Edition Ellipses, 2021.
- Dalgarrondo (S), Fournier(T) : Les morales de l'optimisation ou les routes du soi, Edition Ethnologie française, Paris, 2019.
- DUHAUTBOUT et autres : transporter, Édition FOUCHER, Paris,2020.
- Gavard(M), Gotteland(P), Haon(C), Jolibert(A) : Méthodologie de la recherche Réussir son mémoire ou sa thèse en sciences de gestion, Édition Pearson Education, France, 2008.
- GHISLANE(L), HUBERT (M) : Commerce international, Edition DUNOD, Paris, 2008.
- Guillotreau(P), mare economicum « Enjeux et avenir de la France maritime et littorale », Édition Presses universitaires de Rennes, France,2018.
- Jean SLIWA : L'Import-Export, Edition du puits fleuri, Paris, 2015.
- LOUCHET(A) : la planète océane « précis de géographie maritime », Edition Armand Colin, Paris,2014.
- MAYRHOFER (U) : « Management stratégique », édition Bréal, 2ème édition, France, 2007, p.106.
- MIANI(P), VENTURELLI(N) : Transport logistique, Edition Le Génie, France,2017.
- PIERRE (René- Bauquie) : Parlons Gaz de Schiste, Edition Dagmar Rolf, Paris,2014
- RAMOS(E) : L'entretien compréhensif en sociologie « Usages, pratiques, analyses », Édition Armand Colin, Paris, 2015.
- SAUVAYRE (R) : Initiation à l'entretien en sciences sociales « Méthodes, applications pratiques et QCM », Édition Armand Colin 2ème Édition, France,2021.
- Venturelli(N), Hugo(P) : transport maritime, Édition le Génie Editeur, paris, 2018.

#### Reuves et périodiques

- Azioun(S), Derguin, (S) L'entretien de recherche dit semi-directif dans les domaines des sciences humaines et sociales, Revue Al-Jamia pour les études en psychologie et sciences de l'éducation, n° 30, mars 2022, pp.33.
- Clément(P) : L'entretien semi-directif. LIEPP Fiche méthodologique n°3, 10/05/2023, p.1.
- Dr. Refafa (Brahim), Dr. Ramli (Mohamed) : Le Rôle des Hydrocarbures sur la Croissance Economique en Algérie, Revue de Financement, d'Investissement et de Développement Durable, n°30, 2018, p.185.
- FRÉMONT(A) : « Les routes maritimes : nouvel enjeu des relations internationales », in La Revue Internationale et Stratégique, N° 69, printemps 2008, pp.1-13.

## **BIBLIOGRAPHIE**

---

- LE GUEN (É.), "Cartographie marine et informatique : Les systèmes informatiques pour la rédaction des cartes marines (papier et électronique)", CFC, N°202, Décembre 2009, pp. 79.
- VACHIAS, (Y.) : « Routage Météorologique. Le capitaine est-il encore libre de son choix de route ? », in Neptunus, revue électronique, Centre de Droit Maritime et Océanique, Université de Nantes, Vol. 18, 2012/1, pp.2.

### **Travaux universitaires**

- BOUICH(F) : Le rôle du transport maritime dans commerce international : « Analyse comparative entre le port d'Alger en Algérie et le port de Marseille en France », diplôme de Master en Logistique et transport international, Université Abd El Hamid Ibn Badis Mostaganem.
- Chauveau (E) : Optimisation des routes maritimes « un système de résolution multicritère et dépendant du temps », thèse de doctorat, AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ, 2018.
- CHESNEAU(A) : « Les navires autonomes ». Enjeux et impacts d'une navigation sans équipage dans le monde maritime, Mémoire pour l'obtention du Master 2 Droit Maritime, Faculté de Droit et de Science politique, 2017.
- HAERING(P) : le vetting un contrôle complémentaire ou supplémentaire, en vue d'obtention d'un diplôme HES, Haute Ecole de Gestion HES Genève, 2008.
- HASSAINE (Amina) : Biodégradation des Hydrocarbures (Pétrole brut et Kérosène) par la Microflore Microbienne des Eaux de la région de Skikda, Un diplôme de doctorat en Science, Université Badji Mokhtar Annaba, 2015/2016.
- REDJOUL (Y), GOURGOURARENE(A) : L'impact de consignation maritime sur le développement du commerce international Cas : Traitement d'une escale de navire au sein de L'agence NASHCO d'Alger, diplôme de Master en Sciences Commerciales, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZOU, 2017/2018.

### **Texte réglementaire**

- Décision A-572 (R6) du 07 juin 2022, portant organisation de l'Activité Commercialisation de Sonatrach, inspirer d'un document interne de SONATRACH.

### **Rapports et documents administratifs**

- CNUCED, Étude sur Les transports maritimes « Points de passage maritimes stratégiques : naviguer entre les écueils », rapport 2024.
- L'Agence Nationale de Promotion du Commerce Extérieur (ALGEX), GUIDE PRATIQUE DE L'EXPORTATEUR ALGERIEN, rapport 2021.
- Ministère de l'Énergie et des Mines, Conférence APN, 11 mars 2024.
- OIT, Prévention des accidents à bord des navires en mer et dans les ports, Genève, rapport 2003.
- SONATRACH, Rapport Annuel, 2019.
- SONATRACH, Rapport Annuel, 2023.

## BIBLIOGRAPHIE

---

### **Webographie :**

- <https://www.glossaire-international.com/pages/tous-les-termes/importation.html> ( Consulté le 01/03/2025).
- <https://www.cci-paris-idf.fr/fr/entreprises/croissance/developpement-international/demarrer-export> (consulté le 02/03/2025)
- [https://www.wto.org/french/thewto\\_f/whatis\\_f/what\\_we\\_do\\_f.htm](https://www.wto.org/french/thewto_f/whatis_f/what_we_do_f.htm) (consulté le 03/03/2025).
- <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/hydrocarbure/40774> (consulté le 03/03/2025).
- <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/propane> (consulté le 03/03/2025).
- <https://www.ritimo.org/Les-hydrocarbures-dans-l-economie-algerienne> (consulté le 04/03/2025).
- <https://selectra.info/energie/guides/comprendre/gaz/production#exportateurs> (consulté le 08/03/2025).
- <https://news.radioalgerie.dz/fr/node/51116#:~:text=Le%20rapport%20d%C3%A9voile%20%C3%A9galement%20le,premi%C3%A8res%20places%20de%20ce%20classement.> (Consulté le 08/03/2025).
- [https://www.opec.org/opec\\_web/en/about\\_us/24.htm](https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/24.htm) (consulté le 10/03/2025).
- <https://www.imo.org/fr/About/Pages/Default.aspx> (consulté le 10/03/2025).
- <https://www.universalis.fr/encyclopedie/ports-maritimes/> (consulté le 12/03/2025)
- <https://www.connaissancedesenergies.org/questions-et-reponses-energies/transport-maritime-queelles-sont-les-plus-grandes-marees-noires-des-dernieres-decennies> (consulté le 15/03/2025)
- <https://www.ig.com/fr/strategies-de-trading/qu-est-ce-qu-un-contrat-spot-220207> (consulté le 16/03/2025)
- <https://fr.krohne.com/fr/industries/industrie-petroliere-gaziere/stockage-transport-industrie-petroliere-gaziere/chargement-navire-industrie-petroliere-gaziere> (consulté le 17/03/2025)
- <https://www.imo.org/fr/OurWork/Environment/Pages/OilPollution-Default.aspx> (consulté le 17/03/2025)
- <https://fastercapital.com/fr/contenu/Analyse-des-ecarts-dans-la-gestion-de-la-chaine-d-appvisionnement.html#Introduction---l-analyse-des--carts-dans-la-gestion-de-la-cha-ne-d-appvisionnement> (consulté le 18/03/2025)
- <https://www.pollution-chimique.com/fr/transport-maritime/routes-maritimes.php> (consulté le 22/03/2025)
- <https://www.maxicours.com/se/cours/transports-et-routes-maritimes/> (consulté le 22/03/2025).
- <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/optimiser/56254> (consulté le 24/03/2025)
- <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/218206/1/Marport.pdf> (consulté le 25/03/2025)
- <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/technique/76949> (consulté le 27/03/2025)
- <https://www.marinera.shop/fr/instruments-de-navigation-et-pendules/808-sextant-nautique-de-navigation.html> (consulté le 27/03/2025).

## BIBLIOGRAPHIE

---

- <https://www.bateaux.com/theme/conseils-techniques-nautisme> (publié le 14/12/2023, consulté le 29/03/2025)
- <https://www.gps.gov/applications/marine/french.php> (consulté le 30/03/2025)
  - <https://fr.statisticseasily.com/glossaire/qu%27est-ce-que-l%27algorithme-heuristique/> (Consulté le 02/04/2025)
  - <https://newsroom.ibm.com/then-and-now> (consulté le 02/04/2025)
  - <https://www.institut-numerique.org/> (Consulté le 10/04/2025)
  - <https://sonatrach.com/organisation> (consulté le 10/04/2025)

### **Support de cours**

- ALLIOUCHE (R), Cours de marketing international, (EHEC, Kolea, 2024).
- Aouad(R), 3ème Ingénierie de la Maintenance des Moyens de Transport, Chapitre 04.
- Frederic(M) : Introduction à l'optimisation, 2023.
- Friedrich Ebert Stiftung, Méthodologie de la recherche scientifique pour les organisations de la société civile : Réponses pratiques à des questions essentielles.
- GUERRAH (A) : Recherche documentaire et conception de mémoire, Polycopié de Cours (Niveau : Master), Faculté de Technologie Département de Génie Mécanique, 2019/2020.

### **Autres**

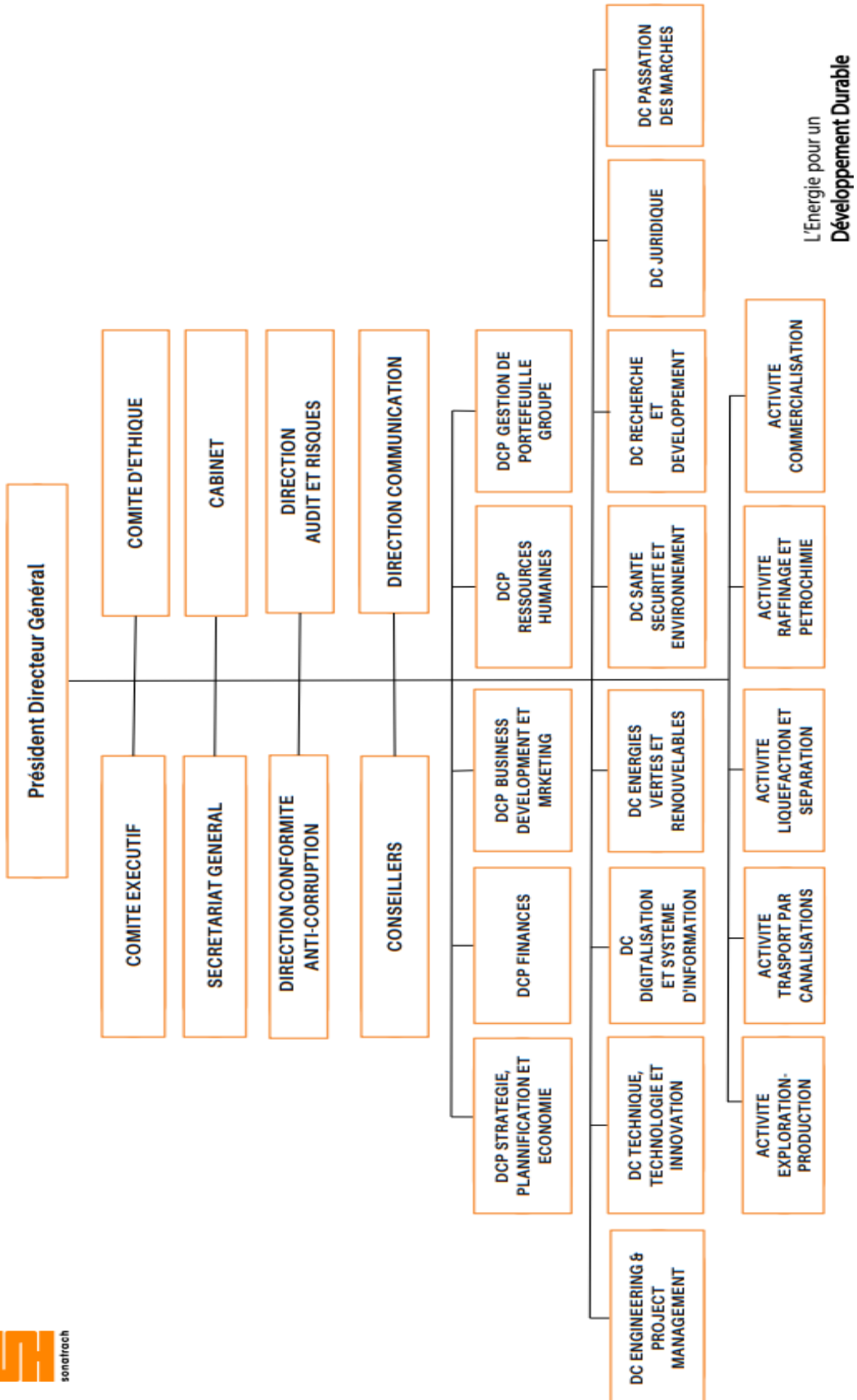
- Algérie presse service, Publier 02/03/2024.

# ***ANNEXES***

---

A. Organigramme de SONATRACH

ORGANIGRAMME DE LA MACROSTRUCTURE DE SONATRACH



## **B. Guide d'entretien semi-directif**

### **Guide d'entretien**

#### **Introduction**

Dans le cadre de la préparation de notre mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences commerciales, option : Commerce international à l'EHEC Alger, nous menons une étude intitulée :

**« Essai d'optimisation des itinéraires maritimes pour l'exportation des hydrocarbures (NAPHTA) par Sonatrach vers l'Europe ».**

Ce travail de recherche a pour objectif principal d'analyser les pratiques actuelles de transport maritime mises en œuvre par Sonatrach dans le cadre de l'exportation des hydrocarbures, notamment du naphta, vers les marchés européens. Il s'agira d'identifier les facteurs qui influencent le choix des itinéraires maritimes, de relever les contraintes opérationnelles rencontrées, et de proposer des solutions d'optimisation susceptibles d'améliorer l'efficacité logistique, de réduire les coûts et les délais de livraison, et de renforcer la performance globale de l'entreprise à l'international.

Dans cette optique, nous vous serions reconnaissants de bien vouloir répondre aux questions suivantes, qui serviront de support à notre analyse. L'ensemble des informations recueillies seront strictement confidentielles et utilisées exclusivement à des fins scientifiques.

#### **Première partie : Organisation du transport maritime des hydrocarbures**

1. Pouvez-vous décrire en détail le processus logistique mis en œuvre par Sonatrach pour l'exportation des produits pétroliers, notamment le naphta, depuis la planification initiale jusqu'à la livraison au client final ? (Merci de préciser les étapes clés, les services impliqués, et les documents requis à chaque phase.)
2. Quels sont les principaux critères techniques, économiques ou stratégiques qui orientent aujourd'hui le choix des itinéraires maritimes empruntés par Sonatrach ? (Par exemple : durée de trajet, coûts, sécurité, conditions maritimes, escales, conformité réglementaire, etc.)
3. Quelles sont les routes maritimes et les zones géographiques les plus fréquemment utilisées par Sonatrach pour l'exportation de naphta vers les pays européens ?

4. Pouvez-vous préciser les ports de départ en Algérie, les ports d'arrivée en Europe, utilisées en fonction des contraintes opérationnelles ?
5. Sonatrach collabore-t-elle avec des compagnies maritimes spécifiques dans le cadre de contrats d'affrètement ou de partenariats logistiques ? (Quel type de contrats est généralement utilisé – affrètement spot, time charter, etc. – et quelles sont les conditions clés de ces collaborations ?)

### **Deuxième partie : Contraintes et obstacles liés aux itinéraires maritimes**

1. Quels sont les principaux défis et obstacles rencontrés par Sonatrach dans le choix et l'exploitation des itinéraires maritimes pour l'exportation des hydrocarbures, en particulier le naphta ? (Merci d'identifier les facteurs opérationnels, logistiques ou techniques qui entravent l'efficacité du transport maritime actuel.)
2. Dans quelle mesure la congestion portuaire, qu'elle soit ponctuelle ou récurrente, impacte-t-elle les délais de livraison et les coûts associés au transport des hydrocarbures ? (Pourriez-vous décrire les conséquences directes de la congestion, par exemple sur la durée de l'escale ou le temps d'attente en mer ?)
3. Avez-vous déjà été confronté à des perturbations significatives liées à des facteurs géopolitiques (par exemple, des tensions diplomatiques), des conditions météorologiques extrêmes ou des problèmes techniques durant le transport ? (Si oui, comment ces événements ont-ils affecté la planification des itinéraires et quels ajustements ont été faits pour minimiser les impacts ?)
4. Dans quelle mesure Sonatrach bénéficie-t-elle d'une flexibilité dans l'adaptation des itinéraires maritimes en cas de perturbations imprévues, telles que des incidents ou des changements urgents de destination ?
5. Existe-t-il une procédure d'urgence pour re-router les navires, et quel est le délai nécessaire pour mettre en œuvre ces ajustements ?

### **Troisième partie : Pratiques d'optimisation et apports technologiques**

1. Quelles pratiques ou outils Sonatrach utilise-t-elle actuellement pour optimiser les itinéraires maritimes dans le cadre de l'exportation des hydrocarbures (naphta) vers l'Europe ? (Veuillez préciser si ces méthodes sont principalement manuelles, semi-automatisées ou basées sur des solutions informatiques spécifiques.)

## ANNEXES

---

2. Sonatrach dispose-t-elle de logiciels ou de systèmes de planification et de suivi des itinéraires maritimes ? Si oui, quels sont-ils et quel impact ont-ils sur l'efficacité de l'acheminement ?
3. Dans quelle mesure l'utilisation des technologies avancées telles que l'intelligence artificielle (IA), le big data, ou des systèmes de gestion de la navigation est-elle intégrée dans la gestion des itinéraires maritimes chez Sonatrach ? (Avez-vous constaté des améliorations notables dans la gestion des itinéraires grâce à ces technologies ?)
4. Pensez-vous que l'optimisation des itinéraires maritimes pourrait conduire à une réduction substantielle des coûts logistiques ? Si oui, dans quels domaines précis (coûts de carburant, frais portuaires, temps de transport, etc.) ces économies seraient-elles les plus significatives ?
5. Quelles mesures ou recommandations concrètes pourriez-vous proposer pour améliorer l'efficacité des itinéraires maritimes de Sonatrach, notamment en termes de réduction des coûts, d'amélioration des délais de livraison et de gestion des risques ? (Cela peut concerner des changements dans les processus internes, l'adoption de nouvelles technologies ou l'amélioration de la coordination entre les parties prenantes.)

### **Conclusion**

Nous vous remercions sincèrement pour le temps que vous avez consacré à répondre à nos questions. Votre contribution est essentielle pour la réussite de cette étude et nous permettra d'enrichir nos analyses. Nous apprécions grandement votre collaboration et l'importance de vos retours pour le bon déroulement de notre travail de recherche.

# ***TABLE DES MATIERES***

---

## TABLE DES MATIERES

---

Dédicace

Remercîments

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Sommaire

**INTRODUCTION GENERALE ..... 1**

**CHAPITRE I : CADRE CONCEPTUEL DE L'EXPORTATION ET LE TRANSPORT  
MARITIME DES HYDROCARBURES ..... 5**

<b>1</b>	<b>Section 1 : Généralités sur l'exportation ..... 7</b>
1.1	Définition d'exportation ..... 7
1.2	Les types d'exportation ..... 8
1.2.1	L'exportation directe (contrôlée) : ..... 8
1.2.2	L'exportation indirecte (sous- traités) : ..... 10
1.3	Les raisons d'exporter ..... 11
1.4	Les institutions encadrant l'exportation ..... 11
1.4.1	Les organismes mondiaux : ..... 11
1.4.1.1	L'organisation originelle : l'ONU. .... 12
1.4.1.2	La Chambre de Commerce International (CCI) ..... 12
1.4.1.3	L'Organisation mondiale du commerce (OMC). .... 13
<b>2</b>	<b>Section 2 : L'exportation des hydrocarbures ..... 14</b>
2.1	Qu'est-ce qu'un hydrocarbure ? ..... 14
2.2	D'où viennent les l'hydrocarbures ? ..... 14
2.3	Classification des hydrocarbures..... 15
2.3.1	Selon l'état physique ..... 15
2.3.2	Classification par provenance ..... 15

## TABLE DES MATIERES

---

2.4	Spécificités des hydrocarbures dans le commerce international.....	18
2.4.1	Rôle des hydrocarbures dans l'économie mondiale et en Algérie .....	18
2.4.2	Les Principaux pays exportateurs et importateurs .....	19
2.4.2.1	Le pétrole .....	19
2.4.2.2	LE GAZ.....	22
2.5	Evolution des hydrocarbures en Algérie .....	24
2.6	Les institutions intervenant dans l'exportation des hydrocarbures .....	26
2.6.1	L'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole (OPEP).....	26
2.6.2	L'agence internationale d'énergie.....	26
2.6.3	L'Organisation Maritime Internationale (OMI).....	27
<b>3</b>	<b>Section 3 : Transport maritime des hydrocarbures .....</b>	<b>28</b>
3.1	Définition du transport .....	28
3.2	Présentation de transport maritime des hydrocarbures.....	29
3.2.1	Historique du transport maritime .....	29
3.2.2	Rôle du transport maritime dans l'exportation des hydrocarbures .....	30
3.2.3	Les différents acteurs du transport maritime .....	31
3.2.3.1	Les acteurs de la navigation maritime .....	31
3.2.3.2	Les intervenants de transport maritime.....	31
3.3	Les moyens de transport maritime .....	33
3.3.1	Les navires .....	33
3.3.2	Les types de navires .....	34
3.3.2.1	Classification selon la taille .....	34
3.3.2.2	Classification des pétroliers selon les hydrocarbures exportés .....	35
3.3.3	Les ports maritimes .....	36
3.3.3.1	Qu'est-ce qu'un port maritime ?.....	36
3.3.3.2	Types des ports maritimes.....	36

## TABLE DES MATIERES

---

<b>CHAPITRE II : STRATEGIE D'OPTIMISATION DES ITINERAIRES MARITIMES</b>	<b>39</b>
<b>1 Section 01 : Processus global du transport maritime des hydrocarbures .....</b>	<b>41</b>
1.1 La phase préliminaire : planification et contractualisation.....	41
1.1.1 Planification stratégique des exportations .....	41
1.1.2 La contractualisation commerciale et technique.....	42
1.1.3 L'affrètement et la sélection des navires :.....	43
1.2 Phase opérationnelle portuaire.....	44
1.2.1 Traitement préalable des hydrocarbures.....	44
1.2.2 Opérations de chargement et sécurité.....	45
1.2.3 Formalités administratives et douanières .....	46
1.3 Phase maritime et livraison.....	46
1.3.1 L'analyse préalable .....	46
1.3.2 Exécution du plan de navigation :.....	47
1.3.3 Suivi post-transport et gestion des performances .....	48
<b>2 Section 02 : Principes et enjeux de l'optimisation des itinéraires maritimes .</b>	<b>49</b>
2.1 Généralités sur les itinéraires maritimes.....	49
2.1.1 Importance d'une route maritime dans le commerce international.....	49
2.1.2 Les grandes routes maritimes et leurs évolutions .....	50
2.2 Les fondamentaux de l'optimisation des itinéraires maritimes .....	52
2.2.1 Qu'est-ce que l'optimisation ?.....	52
2.2.2 . Qu'est-ce que l'optimisation d'un itinéraire maritime ? .....	53
2.2.3 L'importance de l'optimisation d'un itinéraire maritime .....	53
2.3 Les enjeux de l'optimisation des itinéraires maritimes .....	55
<b>3 Section 03 : Techniques et outils d'optimisation des itinéraires maritimes ...</b>	<b>56</b>
3.1 Les techniques et outils classiques d'optimisation des itinéraires maritimes .....	57
3.2 Les techniques et outils modernes d'optimisation des itinéraires maritimes .....	61

## TABLE DES MATIERES

---

3.3	Les systèmes intelligents de gestion logistique appliqués au transport maritime..	63
3.3.1	Les systèmes ERP et TMS :.....	63
3.3.2	L'IOT et le suivi en temps réel .....	64
3.3.3	L'intelligence artificielle (IA).....	66
<b>CHAPITRE III : ETUDE DES CAS « OPTIMISATION DES ITINERAIRES MARITIMES DE SONATRACH ».....</b>		<b>69</b>
<b>1 Section 01 : Présentation de l'organisme d'accueil .....</b>		<b>70</b>
1.1	Présentation générale de SONATRACH.....	70
1.1.1	Les missions de SONATRACH.....	71
1.1.2	Les objectifs de SONATRACH.....	71
1.1.3	Organisation de SONATRACH.....	72
1.1.3.1	Direction Générale.....	72
1.1.3.2	Structures Opérationnelles : .....	73
1.1.3.3	Structures Fonctionnelles .....	73
1.1.4	Organigramme de SONATRCAH .....	74
1.2	Présentation de l'activité commercialisation .....	75
1.2.1	Structures Opérationnelles :.....	75
1.2.2	Structures Fonctionnelles : .....	75
1.2.3	Organigramme de l'activité (COM).....	76
1.3	Présentation de la direction transport maritime .....	76
1.3.1	Les missions de la direction TM.....	76
1.3.2	Organigramme de la direction transport maritime .....	77
1.3.3	Le Département Transport Maritime des Hydrocarbures Liquides (HL).....	78
1.4	Aperçu du secteur pétrolier algérien et des exportations de Sonatrach.....	79
1.4.1	Performance globale du secteur en 2023.....	79
1.4.2	Dynamique de la production et de la transformation .....	79
1.4.3	Exportations : structure, volumes et évolution .....	80

## TABLE DES MATIERES

---

<b>2</b>	<b>Section 2 : Cadre méthodologique de l'étude .....</b>	<b>81</b>
2.1	Choix du thème et de l'entreprise .....	81
2.2	Objet et délimitation de l'étude.....	82
2.3	Méthode de recherche.....	83
2.4	Outils de collecte et de traitement des données .....	84
2.5	Limite de l'étude .....	87
<b>3</b>	<b>Section 3 : Analyse des données issues des entretiens semi-directifs .....</b>	<b>89</b>
3.1	Démarche d'analyse des entretiens .....	89
3.1.1	Objectifs de l'enquête.....	89
3.1.2	Le choix de personnes interviewées.....	89
3.1.3	La rédaction de du guide d'entretien.....	90
3.2	Analyse des résultats .....	90
3.2.1	La transcription et L'analyse des entretiens avec les cinq interviewées Axe N °01 : Organisation du transport maritime des hydrocarbures .....	90
3.2.2	La transcription et L'analyse des entretiens avec les cinq interviewées .....	102
3.2.3	La transcription et L'analyse des entretiens avec les cinq interviewées .....	108
3.3	Discussion et interprétation des résultats qualitatifs .....	113
<b>4</b>	<b>Section 4 : Présentation d'un cas d'étude concret.....</b>	<b>115</b>
4.1	Exportation de naphta dans un contexte normalisé (scénario sans perturbation)	115
4.2	Scénario avec retards : grève au port, déviation pour soutage, et conditions météorologiques défavorables .....	119
4.3	Analyse comparative des scénarios en termes de délais et de coûts logistiques .	122
4.4	Suggestion : Développement d'une plateforme digitale d'optimisation des itinéraires maritimes.	
	<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>128</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
	<b>ANNEXES</b>	
	<b>TABLE DES MATIERES</b>	

## TABLE DES MATIERES

---