

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Génie Mécanique

Spécialité : Energétique

Par : BENDIMERAD Anes

Sujet

Récupérateur vapeur essence

Soutenu publiquement, le 12 / 06 / 2024, devant le jury composé de :

M.ROSTANE Brahim	MCA	Université de Tlemcen	Président
M.YOUSFI Sidi Mohamed	MCB	Université de Tlemcen	Examineur
M.BENRAMDANE Mohammed	MCA	Université de Tlemcen	Expert I2E
M.SIFI Miloud	MCA	Université de Tlemcen	Expert socio-économique
M.BENMANSOUR Abdelkrim	MCB	Université de Tlemcen	Encadreur

Année universitaire : 2023 / 2024

Dédicace

*Je dédie ce travail à ceux qui m'ont été présent un jour,
qui m'ont aidé de loin ou de près,
au courage, volonté et force pour aller jusqu'au bout de
mes convictions.*

*A mes très chers parents que j'aime tant
et que dieu tout puissant les gardes pour moi.*

*A ma famille Mehdi, Walid, Mourad, Hidayat et Rachida, mes amis Salim,
Lokman, LA TRIBU, les deux Bureaux et EL 8 qui m'ont soutenue, et enfin mes
professeurs qui ont été là pour moi.*

ANES

Remerciements

Avant tout, je remercie **ALLAH** le Tout-Puissant de m'avoir donné le courage,

la volonté et la patience pour amener ce travail jusqu'à la fin.

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon directeur de mémoire A.BENMANSOUR professeur à l'université de Tlemcen, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux

conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Un grand Merci pour tous les gens qui m'ont aidé

Un remerciement distingué au président de cette soutenance Mr.ROSTANE Brahim qui a accepté ma thèse et a œuvré pour le bon déroulement du mémoire. Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'université de Tlemcen et les intervenants professionnels responsables de ma formation, pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci.

Résumé :

Ce mémoire examine les défis et les solutions pour la récupération des vapeurs d'essence dans les stations-service en Algérie. Il comprend une revue bibliographique des technologies existantes, une analyse des systèmes les plus couramment utilisés, des calculs techniques pour le dimensionnement des équipements, et un travail pratique d'implantation. L'objectif est de réduire les émissions de gaz à effet de serre, améliorer la qualité de l'air, et offrir des avantages économiques aux exploitants de stations-service. En abordant les aspects théoriques et pratiques, ce mémoire propose une solution complète pour la transition vers des pratiques plus durables dans le secteur des carburants.

Mots clés :

Récupération, Vapeurs Essence, Émissions, Stations-service, pollution.

Abstract :

This thesis explores the challenges and solutions for gasoline vapor recovery in gas stations in Algeria. It includes a literature review of existing technologies; an analysis of the most commonly used systems, technical calculations for equipment sizing, and practical implementation work. The goal is to reduce greenhouse gas emissions, improve air quality, and provide economic benefits to gas station operators. By addressing both theoretical and practical aspects, this thesis proposes a comprehensive solution for transitioning to more sustainable practices in the fuel sector.

Keywords :

Recovery, Gasoline Vapors, Emissions, Service stations, pollution.

ملخص

تتناول هذه الأطروحة التحديات والحلول لاستعادة بخار البنزين في محطات الوقود في الجزائر. ويتضمن مراجعة بيبليوغرافية للتقنيات الحالية، وتحليلاً للأنظمة الأكثر استخداماً، والحسابات الفنية لتجسيم المعدات، وأعمال التنفيذ العملي. والهدف هو تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة، وتحسين جودة الهواء، وتوفير فوائد اقتصادية لمشغلي محطات الوقود. من خلال تناول الجوانب النظرية والعملية، تقدم هذه الأطروحة حلاً شاملاً للانتقال إلى ممارسات أكثر استدامة في قطاع الوقود.

الكلمات الدالة

الاسترجاع، أبخرة البنزين، الانبعاثات، محطات الخدمة، التلوث.

Table des matières :

Table des matières	04
Liste des tableaux	07
Liste des figures	07
Notation.....	07
Introduction générale	08
Chapitre 1 : Recherche bibliographique sur les systèmes de récupération de vapeurs de carburant	10
I. Introduction	11
II. Contextualisation de la recherche	12
II.1 Label visé.....	12
II.2 Justification du label (thèse de recherche).....	12
II.3 Importance environnementale	13
II.4 Recherche d'efficacité énergétique.....	14
III. Émissions de vapeurs d'essence lors du ravitaillement : Un défi méconnu dans les stations-service en Algérie	15
IV. Technologies de Récupération de Vapeurs de Carburant.....	15
IV.1 Historique et Développement	15
IV.2 Systèmes de récupération couramment utilisés	16
IV.3 Technologies Actuelles	17
IV.3.1 Systèmes de Phase I.....	17
IV.3.2 Systèmes de Phase II.....	17
IV.4 Innovations Récentes.....	18
V. Principes de Fonctionnement des Systèmes de Récupération de Vapeurs	18
V.1 Principes de fonctionnement	18
V.2 Captation des Vapeurs.....	18
V.3 Transfert et Stockage.....	18
V.4 Condensation et Recyclage	19
VI. Études de Cas et Résultats	19
VI.1 Amérique du Nord.....	19
VI.2 Europe	20
VI.3 Asie	20
VII. Contexte des avancées technologiques et des pratiques environnementales	20
VIII. Avantages utilisation des récupérateurs vapeur essence	20
Conclusion.....	21
Chapitre 2 : Analyse des systèmes de récupération de vapeurs d'essence.....	22
I. Introduction	23
II. Technologies de récupération de vapeur système ORVR.....	23
II.1 Fonctionnement du Système ORVR.....	23
II.1.1 Principe de Base.....	23
II.1.2 Composants Clés	24
II.2 Avantages du Système ORVR	24
II.2.1 Réduction des Émissions	24
II.2.2 Impact Environnemental Positif	24
II.3 Recommandations.....	24
III. Technologies de Récupération de Vapeur de Stage 1.....	26
III.1. Principe de Fonctionnement	26

III.2. Avantages et Inconvénients	26
IV. Technologies de Récupération de Vapeur de Stage 2.....	27
IV.1. Principe de Fonctionnement	27
IV.2. Avantages et Inconvénients	28
V. Comparaison des Performances des Technologies.....	29
V.1. Méthodologie de Comparaison	29
V.2. Résultats de la Comparaison	29
VI. Adaptation des Technologies aux Conditions Algériennes.....	30
VI.1. Analyse pour l'Algérie	30
VI.2. Défis Spécifiques à l'Algérie	30
VI.3. Recommandations	30
Conclusion.....	31
Chapitre 3 : Aspects techniques et calculs.....	32
I. Introduction	33
II. Définition des objectifs de la recherche.....	33
III. Revue de la Littérature.....	33
III.1 Examen des recherches existantes sur les émissions de vapeurs d'essence	33
III.2 Méthodologie	34
III.2.1 Choix des méthodes de mesure	34
III.2.2 Description des outils et techniques utilisés	34
III.2.3 Collecte et traitement des données.....	34
III.3 Paramètres influents.....	35
III.4 Résumé des résultats.....	37
III.5 Discussion des conclusions	38
III.6 Comparaison et synthèse des études.....	38
III.7 Similitudes	38
III.8 Différences.....	38
III.9 Synthèse.....	38
IV. Calcul des pertes de vapeurs d'essence.....	39
IV.1 Définir les Paramètres de Base	39
IV.2 Formules de Base	39
IV.3 Ajustements pour Température et Tension de Vapeur.....	40
IV.4 Méthodologie de Calcul Approfondie.....	40
IV.4.1 Mesure Directe.....	40
IV.4.2 Modélisation Empirique	40
IV.5 Exemples Pratiques.....	40
IV.6 Modèle de calcul des pertes	41
IV.7.1 Exemple de calcul pratique	42
IV.7 Exemple de Calcul des pertes de gouttelettes	43
IV.8 Analyse et interprétation des résultats.....	43
V. Discussion et Conclusion.....	44
V.1 Résumé des résultats principaux	44
V.2 Implications pour la gestion des stations-service	44
V.3 Recommandations pratiques	45
V.4 Intervalle de l'utilisation de l'étude.....	45
V.5 Perspectives de recherches.....	46
Conclusion.....	46
Chapitre 4 : Travail Pratique et Implantation d'un Système de Récupération de Vapeurs.....	47

I. Introduction	48
II. Dimensionnement du Système	48
II.1 Analyse Préliminaire.....	48
II.1.1 Sélection du Modèle de Pistolet à Carburant pour l'Étude	48
II.1.2 Méthodologie de Sélection	48
II.1.3 Analyse et Utilisation.....	49
II.1.4 Caractéristiques.....	49
II.1.5 Performances et Maintenance	49
II.2 Objectifs du Dimensionnement.....	50
III. Calcul des Besoins en Récupération de Vapeurs	50
III.1 Estimation des Émissions de COV	50
III.2 Utilisation des Études Précédentes.....	50
III.2.1 Modélisation Théorique.....	50
III.2.2 Données Expérimentales.....	50
III.2.3 Applications Pratiques.....	50
III.3 Dimensionnement des Composants.....	51
III.3.1 Mesures et Modélisation CAO	51
III.4 Sélection et Préparation des Matériaux	53
III.4.1 Sélection des Matériaux	53
III.4.2 Préparation et Fabrication	53
III.4.3 Calculs et Dimensionnement	54
IV. Schématisation du Système.....	55
IV.1 Conception des Schémas Techniques.....	55
V. Etude numérique de la Conception dans les conditions de fonctionnement	56
V.1 Conception et maillage de la géométrie.....	56
V.2 Simulation CFD	56
V.3 Analyse des résultats.....	56
V.4 Conclusion	57
VI. Installation des Équipements	57
VI.1 Installation du Prototype.....	57
VI.2 Tests de Fonctionnalité	57
VI.3 Retour.....	57
Conclusion.....	58
Conclusion générale.....	59
Bibliographie	60
Annexe	61

Liste des tableaux

Tableau 1 : tableau détaillé des données de performance.....	30
--	----

Liste des figures

Figure 1 : station-service.....	12
Figure 2 : pistolet à carburant modèle ZVA.....	13
Figure 3 : l'effet de serre.....	14
Figure 4 : vapeur échappe lors du ravitaillement	15
Figure 5 : pistolet à carburant équipé avec un récupérateur.....	17
Figure 6 : schéma transfert d'émission de vapeur vers la cuve.....	18
Figure 7 : système de récupérations de vapeur essence	19
Figure 8 : schéma général récupérateur phase 1 et 2.....	23
Figure 9 : système récupération-de-vapeurs-de-ravitaillement-a-bord-ORVR	25
Figure 10 : récupérateur phase 1.....	26
Figure 11 : récupérateur phase 2.....	28
Figure 12 : Concentration d'hydrocarbures dans les vapeurs émises en fonction de la température initiale du réservoir pour deux réservoirs d'essai différents	36
Figure 13 : Effet de la quantité initiale de carburant sur la quantité de vapeur.....	36
Figure 14 : Effet du réservoir du véhicule sur la quantité de vapeur	37
Figure 15 : émission des COV avec un facteur 0.2	41
Figure 16 : pistolet à carburant ZVA 25	49
Figure 17 : modélisation pistolet à carburant.....	51
Figure 18 : modélisation corps récupérateur	52
Figure 19 : corps récupérateur (lignes cachées apparentes).....	52
Figure 20 : corps récupérateur (vue arrière).....	53
Figure 21 : corps en pièces découpées	54
Figure 22 : prototype et flux.....	55
Figure 23 : contour de densité de l'essence.....	56

Liste des notations

COV : composés organiques volatils

ORVR : Onboard Refueling Vapor Recovery

VR : vapor recovery

Introduction générale

Le secteur des transports est une composante essentielle de l'économie mondiale, mais il est également l'une des principales sources de pollution atmosphérique. En Algérie, la croissance rapide du parc automobile a conduit à une augmentation significative des émissions de gaz à effet de serre, et une de ces raisons : les vapeurs d'essence émises lors du ravitaillement des véhicules. Ces vapeurs, composées de composés organiques volatils (COV), contribuent non seulement au smog urbain, mais aussi à des problèmes de santé publique tels que les maladies respiratoires et cardiovasculaires. L'absence de systèmes de récupération de vapeurs dans les stations-service algériennes aggrave cette situation, rendant urgent le développement et l'implantation de technologies appropriées pour atténuer ces émissions.

Ce mémoire vise à explorer et à proposer des solutions efficaces pour la récupération des vapeurs d'essence dans les stations-service en Algérie. À travers une analyse approfondie des technologies existantes, des calculs techniques précis, et un travail pratique de dimensionnement et de schématisation, nous chercherons à démontrer la faisabilité et l'efficacité des dispositifs de récupération de vapeur. L'objectif ultime est de contribuer à la réduction des émissions polluantes et à l'amélioration de la qualité de l'air, tout en fournissant des avantages économiques aux exploitants de stations-service.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres principaux, chacun abordant une facette essentielle de la problématique.

Le premier chapitre est consacré à une revue de la littérature scientifique et technique sur les systèmes de récupération de vapeurs de carburant. Nous y explorerons les différentes technologies développées dans le monde, les principes de fonctionnement de ces systèmes, et les résultats obtenus dans diverses régions. Cette recherche bibliographique nous permettra de situer notre étude dans le contexte des avancées technologiques et des pratiques environnementales globales.

Le deuxième chapitre se concentre sur les systèmes de récupération de vapeurs d'essence les plus couramment utilisés dans les stations-service. Nous analyserons en détail les technologies de récupération de vapeur de stage 1 et stage 2, en mettant en lumière leurs avantages, inconvénients, et performances en termes de réduction des émissions. Ce chapitre inclura également une comparaison entre différentes technologies pour identifier les solutions les plus adaptées aux conditions spécifiques de l'Algérie.

Le troisième chapitre est dédié aux aspects techniques et aux calculs nécessaires pour le dimensionnement des systèmes de récupération de vapeur. Nous y aborderons les méthodes de calcul pour évaluer les quantités de vapeurs émises et récupérées, les paramètres influençant l'efficacité des systèmes, ainsi que les critères de conception des équipements. Ces calculs serviront de base pour la réalisation pratique des dispositifs de récupération de vapeur dans les stations-service.

Enfin, le quatrième chapitre présente le travail pratique réalisé dans le cadre de ce mémoire. Nous y décrivons le processus de dimensionnement, de schématisation, et essaie d'un système de récupération de vapeurs. Ce chapitre inclura des plans techniques, et une évaluation des performances du système installé. Nous discuterons également des défis rencontrés et des solutions mises en œuvre pour optimiser le fonctionnement du dispositif.

En conclusion, ce mémoire se propose de combler un vide technologique et environnemental crucial en Algérie en introduisant des systèmes de récupération de vapeurs d'essence dans les stations-service. Par une approche méthodique et rigoureuse, nous espérons démontrer l'importance et la faisabilité de ces dispositifs pour réduire les émissions polluantes, protéger la santé publique, et offrir des avantages économiques aux opérateurs de stations-service. Ce travail s'inscrit dans une démarche de développement durable et d'innovation technologique, visant à améliorer la qualité de vie et à préserver l'environnement pour les générations futures.

Chapitre 1 :

**Recherche bibliographique sur les
systèmes de récupération de vapeurs de
carburant**

I. Introduction

Les stations-service jouent un rôle indispensable dans la distribution de carburant et constituent un maillon crucial de l'industrie pétrolière. Cependant, malgré leur importance, ces installations sont souvent associées à des émissions de vapeurs d'essence qui peuvent avoir un impact néfaste sur l'environnement et la santé publique. En effet, lors du ravitaillement des véhicules, une quantité significative de vapeurs d'essence est libérée dans l'atmosphère, contribuant ainsi à la pollution atmosphérique et aux émissions de gaz à effet de serre.

Dans de nombreux pays, notamment en Europe et aux États-Unis, des réglementations strictes ont été mises en place pour limiter ces émissions et encourager l'adoption de technologies de récupération des vapeurs d'essence dans les stations-service. Cependant, en Algérie, cette problématique reste largement négligée, et aucune réglementation n'a encore été adoptée pour contrôler les émissions de vapeurs d'essence dans ces installations.

Cette lacune réglementaire soulève des préoccupations importantes en matière de santé publique et d'environnement. En l'absence de dispositifs de récupération de vapeurs d'essence, les émissions atmosphériques provenant des stations-service peuvent contribuer à la formation de smog, à la pollution de l'air et à des problèmes respiratoires chez les populations avoisinantes. De plus, ces émissions peuvent avoir un impact sur le réchauffement climatique en augmentant la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Ainsi, il devient impératif d'explorer des solutions innovantes pour diminuer les projections de vapeurs d'essence dans les stations-service en Algérie. L'introduction de méthodes de récupération de vapeurs d'essence constitue une mesure prometteuse pour atténuer ces problèmes et promouvoir la durabilité environnementale dans le secteur des carburants. Cette recherche vise donc à examiner les implications de l'adoption de telles technologies dans le contexte spécifique des stations-service en Algérie, en mettant l'accent sur les avantages environnementaux, économiques et réglementaires potentiels de cette approche.

Ce chapitre est consacré à une revue exhaustive de la littérature scientifique et technique sur les systèmes de récupération de vapeurs de carburant. Nous y explorerons les différentes technologies développées à l'échelle mondiale, les principes de fonctionnement de ces systèmes, et les résultats obtenus dans diverses régions. Cette recherche bibliographique nous permettra de situer notre étude dans le contexte des avancées technologiques et des pratiques environnementales globales. Pour structurer cette revue, nous allons contextualiser le sujet, mettre en évidence la position de l'Algérie face aux vapeurs, ensuite les technologies de récupération de vapeurs de carburant, ensuite les principes de fonctionnement des principaux systèmes, après les résultats et les études de cas, Et enfin les avantages de la récupération.

II. Contextualisation de la recherche :

II.1 Label visé :

Dans le cadre de cette recherche, nous visons à développer une méthodologie novatrice pour la conception et la validation de systèmes de récupération de vapeurs efficaces et durables dans les stations-service. Notre objectif est d'obtenir une reconnaissance académique pour cette contribution à la recherche dans le domaine de la durabilité environnementale et de l'ingénierie des transports.



Figure 1 : station-service

II.2 Justification du label (thèse de recherche) :

Notre recherche vise à combler les lacunes existantes dans les stations-service sans système de récupération de vapeurs en proposant des solutions innovantes et scientifiquement fondées. En obtenant la reconnaissance académique pour notre thèse de recherche, nous contribuerons à l'avancement des connaissances dans ce domaine crucial et à la promotion de pratiques plus durables dans les stations-service.



Figure 2 : pistolet à carburant modèle ZVA

II.3 Importance environnementale :

L'urgence de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques provenant du secteur des transports n'a jamais été aussi criante. Avec la crise climatique qui s'intensifie et les préoccupations croissantes concernant la qualité de l'air, il est impératif que nous agissions rapidement et efficacement pour atténuer les effets néfastes de notre dépendance aux combustibles fossiles.

Dans cette lutte cruciale, les récupérateurs de vapeur d'essence jouent un rôle essentiel, en particulier lors du ravitaillement en carburant dans les stations-service. Ces dispositifs permettent de capturer les vapeurs d'essence qui seraient autrement relâchées dans l'atmosphère lors du remplissage des réservoirs des véhicules. En évitant cette émission directe de vapeurs d'essence, les récupérateurs de vapeur d'essence contribuent à réduire non seulement les émissions de gaz à effet de serre, mais aussi les polluants atmosphériques tels que les composés organiques volatils (COV) et les oxydes d'azote (NOx), qui sont nocifs pour la santé humaine et l'environnement.

Le processus de ravitaillement en carburant est une étape cruciale où une quantité significative de vapeurs d'essence peut s'échapper dans l'atmosphère si des mesures adéquates ne sont pas prises. C'est là que les récupérateurs de vapeur d'essence interviennent, en capturant ces vapeurs et en les réintégrant dans le système de distribution de carburant, où elles peuvent être réutilisées ou traitées de manière appropriée.

Investir dans l'installation et la mise à niveau des équipements de récupération de vapeur d'essence dans les stations-service est une mesure concrète et rentable que nous pouvons prendre pour réduire les émissions du secteur des transports. Non seulement cela contribue à atténuer les impacts environnementaux néfastes de notre utilisation de combustibles fossiles, mais cela contribue également à améliorer la qualité de l'air que nous respirons au quotidien.



Figure 3 : l'effet de serre

II.4 Recherche d'efficacité énergétique :

- Capturer les vapeurs de carburant évaporées :
Pendant le ravitaillement en carburant des véhicules, une partie du carburant ajouté au réservoir s'évapore sous forme de vapeurs. Les récupérateurs de vapeur d'essence sont conçus pour capturer efficacement ces vapeurs, évitant ainsi leur libération dans l'atmosphère. Cette action réduit les pertes de carburant.
- Promouvoir une gestion plus efficace des ressources :
En capturant et en réutilisant les vapeurs de carburant évaporées, les récupérateurs de vapeur d'essence encouragent une gestion plus efficace des ressources énergétiques. Cette approche réduit la dépendance aux combustibles fossiles en maximisant l'utilisation du carburant disponible, tout en contribuant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et de la pollution atmosphérique.

III. Émissions de vapeurs d'essence lors du ravitaillement : Un défi méconnu dans les stations-service en Algérie :

Lors du ravitaillement des véhicules dans les stations-service, une problématique souvent négligée réside dans les émissions de vapeurs d'essence. En effet, alors que les conducteurs procèdent au remplissage de leur réservoir, des quantités significatives de vapeurs d'essence s'échappent dans l'atmosphère, contribuant ainsi à la pollution de l'air et à l'impact environnemental. Cette problématique est particulièrement pertinente en Algérie, où les stations-service ne sont pas équipées de dispositifs de récupération de vapeurs d'essence. Par conséquent, ces émissions constituent un défi méconnu mais significatif pour la qualité de l'air et la durabilité environnementale dans le pays. Dans cette section, nous examinerons de plus près cette question et explorerons les implications de l'absence de récupérateurs de vapeurs d'essence dans les stations-service en Algérie.

IV. Technologies de Récupération de Vapeurs de Carburant

IV.1 Historique et Développement

Les systèmes de récupération de vapeurs de carburant ont été développés en réponse à la prise de conscience croissante des impacts environnementaux des émissions de carburant. Depuis les années 1970, plusieurs innovations technologiques ont vu le jour pour capturer et recycler ces vapeurs, réduisant ainsi la pollution atmosphérique et les pertes économiques associées.



Figure 4 : vapeur échappe lors du ravitaillement

IV.2 Systèmes de récupération couramment utilisés :

Dans la technologie actuelle, les systèmes de récupération de vapeurs pour les installations de distribution de carburant sont conçus pour capturer efficacement les vapeurs d'essence émises pendant le processus de ravitaillement des véhicules. Ces systèmes sont généralement composés de plusieurs éléments clés qui travaillent ensemble pour former un processus de récupération efficace.

Tout d'abord, l'élément en forme de soufflet, également connu sous le nom de boot, est positionné entre le pistolet distributeur et le tuyau de remplissage de carburant du réservoir du véhicule. Ce soufflet est souvent fabriqué en caoutchouc ou en matériau similaire et est conçu pour former un joint d'étanchéité hermétique lorsque le pistolet est inséré dans le réservoir du véhicule. Lorsque le ravitaillement commence, ce joint empêche les vapeurs d'essence de s'échapper dans l'atmosphère.

En parallèle, un autre composant essentiel du système est le tuyau de récupération des vapeurs. Ce tuyau est connecté au dôme de la cuve souterraine de l'installation de distribution de carburant et s'étend jusqu'au réservoir du véhicule à moteur. Le tuyau est généralement équipé d'une valve de contrôle pour réguler le flux de vapeurs et d'un dispositif de connexion sécurisé pour assurer une fixation étanche.

Dans certains systèmes plus avancés, une pompe aspirante est intégrée pour faciliter le processus de récupération des vapeurs. Cette pompe crée un vide dans le tuyau de récupération, ce qui aide à aspirer les vapeurs d'essence du réservoir du véhicule. Cette aspiration est souvent contrôlée électroniquement pour s'adapter aux besoins spécifiques du véhicule et du système de récupération.

Une fois que les vapeurs d'essence sont capturées par le système de récupération, elles peuvent être dirigées vers un système de traitement ou de stockage approprié. Dans certains cas, les vapeurs peuvent être recyclées et réutilisées dans d'autres processus, tandis que dans d'autres cas, elles peuvent être traitées pour éliminer les composés nocifs avant d'être relâchées dans l'atmosphère.

L'ensemble de ce système permet de récupérer efficacement les vapeurs d'essence évaporées pendant le ravitaillement des véhicules, contribuant ainsi à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à préserver la qualité de l'air. En capturant ces vapeurs et en les recyclant ou en les traitant de manière appropriée, les installations de distribution de carburant peuvent jouer un rôle important dans la promotion de pratiques durables et respectueuses de l'environnement dans le secteur des transports.



Figure 5 : pistolet à carburant équipé avec un récupérateur

IV.3 Technologies Actuelles

IV.3.1 Systèmes de Phase I

Les systèmes de Phase I sont conçus pour récupérer les vapeurs de carburant durant le processus de livraison de carburant aux réservoirs de stockage souterrains des stations-service. Ces systèmes utilisent généralement des connexions hermétiques entre les camions citernes et les réservoirs de stockage, permettant ainsi le transfert des vapeurs de carburant vers le réservoir du camion-citerne pour une récupération ultérieure.

IV.3.2 Systèmes de Phase II

Les systèmes de Phase II, en revanche, se concentrent sur la récupération des vapeurs de carburant lors du ravitaillement des véhicules. Ces systèmes peuvent être classés en deux catégories principales : les systèmes assistés par pompe et les systèmes sans pompe. Les systèmes assistés par pompe utilisent une pompe à vide pour aspirer les vapeurs de carburant du réservoir du véhicule et les renvoyer au réservoir de stockage, tandis que les systèmes sans pompe comptent sur une étanchéité mécanique pour capturer les vapeurs.

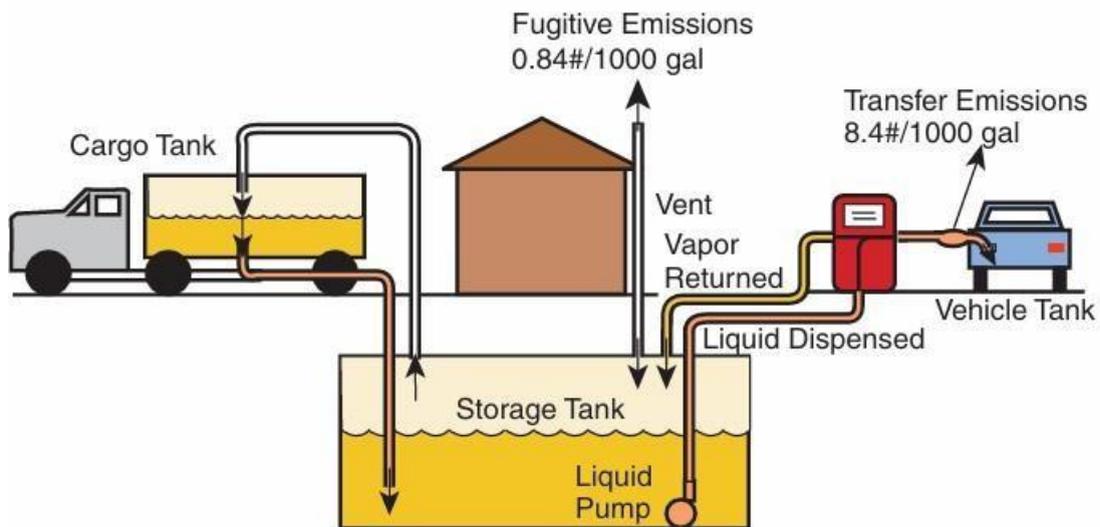


Figure 6 : schéma transfert d'émission de vapeur vers la cuve

IV.4 Innovations Récentes

Les avancées récentes dans la technologie de récupération de vapeurs incluent l'utilisation de matériaux adsorbants comme le charbon actif, ainsi que des capteurs et des systèmes de contrôle avancés pour optimiser la récupération et minimiser les émissions résiduelles. (1) Sakurai et Miyamoto (2012) ont décrit les avancées dans ces technologies, en soulignant les améliorations dans l'efficacité et la réduction des émissions.

V. Principes de Fonctionnement des Systèmes de Récupération de Vapeurs

V.1 Principes de fonctionnement

Les systèmes de récupération de vapeur de phase I et II fonctionnent grâce à des dispositifs de joint étanche et des pompes aspirantes qui capturent les vapeurs évaporées et les renvoient dans les réservoirs de stockage. L'étude de (2) Johnson (2013) a comparé diverses technologies et a montré que les systèmes actuels peuvent récupérer jusqu'à 95% des vapeurs émises, réduisant ainsi significativement les émissions de composés organiques volatils (COV).

V.2 Captation des Vapeurs

Le processus de captation des vapeurs repose sur la création d'un environnement hermétique lors du transfert de carburant, empêchant ainsi les vapeurs de s'échapper dans l'atmosphère. Cela se fait généralement à l'aide de dispositifs tels que des manchons en caoutchouc ou des joints d'étanchéité métalliques.

V.3 Transfert et Stockage

Une fois captées, les vapeurs de carburant sont soit renvoyées dans le réservoir de stockage (systèmes de Phase I), soit traitées et condensées en carburant liquide (systèmes de Phase II). Ce transfert nécessite souvent l'utilisation de pompes et de compresseurs pour maintenir la pression et assurer l'efficacité du processus.

V.4 Condensation et Recyclage

Les systèmes modernes peuvent également inclure des unités de condensation où les vapeurs sont refroidies et transformées en liquide, qui est ensuite réintroduit dans le réservoir de carburant. Cela permet non seulement de réduire les émissions mais aussi de récupérer du carburant précieux, améliorant ainsi l'efficacité économique des stations-service.

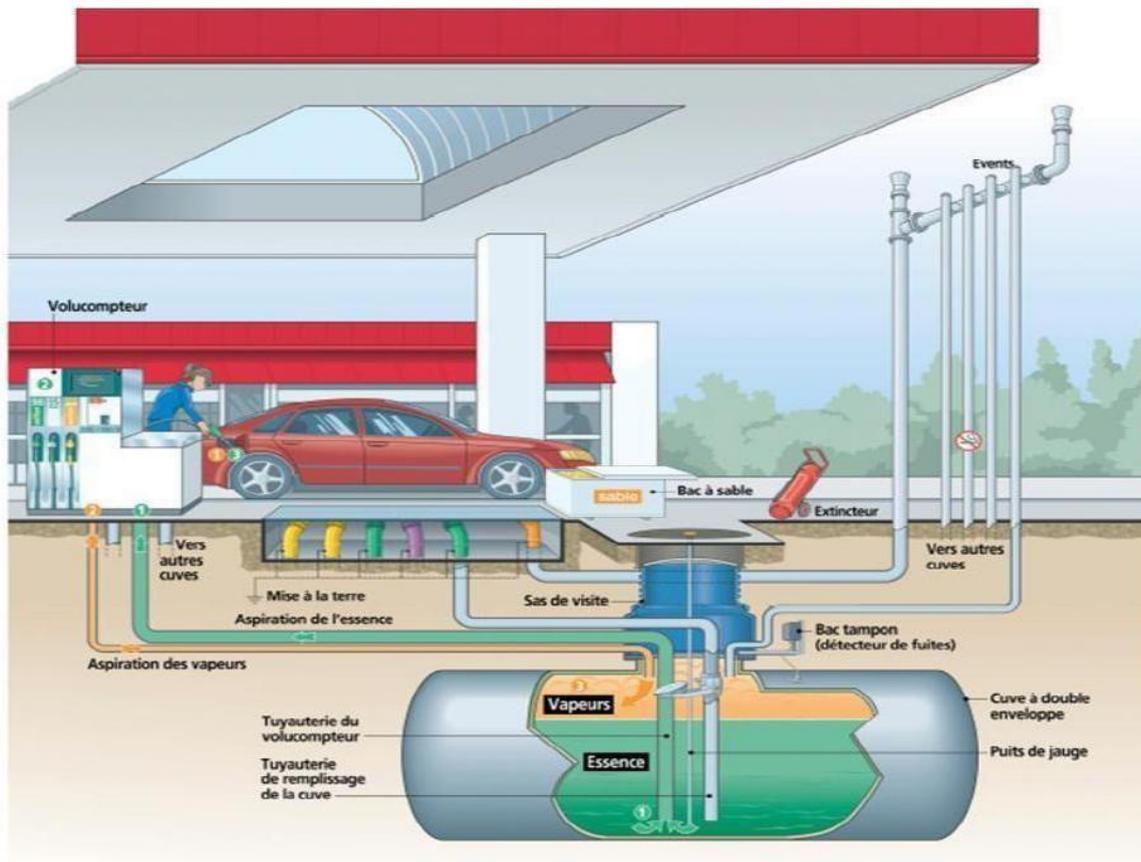


Figure 7 : système de récupérations de vapeur essence

VI. Études de Cas et Résultats

VI.1 Amérique du Nord

Aux États-Unis, des réglementations strictes ont conduit à l'adoption généralisée des systèmes de récupération de vapeurs de carburant dans les stations-service. Des études ont montré que ces systèmes peuvent réduire les émissions de COV (composés organiques volatils) de plus de 95 % lors des opérations de ravitaillement.

Aux États-Unis, les études de (3)Smith et Wang (2017) ont démontré que ces technologies sont cruciales pour améliorer la qualité de l'air urbain.

VI.2 Europe

En Europe, des directives similaires ont été mises en œuvre, notamment la Directive 2009/126/CE qui impose l'installation de systèmes de récupération de vapeur de Phase II dans toutes les nouvelles stations-service. Les résultats en Allemagne et au Royaume-Uni montrent des réductions significatives des émissions de benzène et d'autres polluants atmosphériques.

L'implémentation de ces systèmes a montré des résultats variés selon les régions. En Espagne, par exemple, (4) Pérez et Martínez (2015) ont documenté une réduction notable des émissions grâce à la mise en œuvre des systèmes de récupération de phase I et II.

VI.3 Asie

Au Japon, des innovations locales ont conduit à des systèmes de récupération de vapeurs extrêmement efficaces, intégrant des technologies de pointe en matière de détection et de contrôle de pression. Les résultats ont montré une réduction des émissions de plus de 90 %, avec des bénéfices économiques notables pour les opérateurs de stations-service.

VII. Contexte des avancées technologiques et des pratiques environnementales

La recherche bibliographique permet de situer notre étude dans le contexte des avancées technologiques globales. (5)Zhang et Liu (2018) ont exploré les innovations dans le domaine, mettant en lumière les développements récents et les nouvelles approches pour améliorer l'efficacité des systèmes de récupération de vapeur. (6)Lee et Park (2019) ont quantifié les avantages économiques et environnementaux de ces technologies, soulignant leur importance pour les politiques environnementales.

VIII. Avantages utilisation des récupérateurs vapeur essence

- **Économies de carburant :**
En capturant et en réutilisant les vapeurs de carburant évaporées, les récupérateurs de vapeur d'essence permettent une utilisation plus efficace du carburant. Cela se traduit par des économies directes pour les stations-service, car elles ont besoin d'acheter moins de carburant pour maintenir leurs opérations. Ces économies peuvent être significatives à long terme et contribuer à améliorer la rentabilité de l'entreprise.
- **Incitations gouvernementales :**
Dans de nombreux pays, les gouvernements offrent des incitations financières ou des avantages fiscaux pour encourager l'adoption de technologies respectueuses de l'environnement, telles que les récupérateurs de vapeur d'essence. Les stations-service peuvent bénéficier de ces incitations sous forme de subventions, de crédits d'impôt ou d'autres avantages financiers, ce qui réduit le coût initial de l'installation de ces dispositifs et rend l'investissement plus attrayant.

- **Avantages concurrentiels :**
Les stations-service qui investissent dans des technologies environnementales telles que les récupérateurs de vapeur d'essence peuvent bénéficier d'avantages concurrentiels sur le marché. De plus en plus de consommateurs sont sensibles aux questions environnementales et préfèrent soutenir des entreprises qui adoptent des pratiques durables. En affichant leur engagement envers la protection de l'environnement et la réduction des émissions, les stations-service peuvent attirer une clientèle plus large et fidéliser les clients existants.
- **Réduction des coûts de conformité :**
Les réglementations environnementales de plus en plus strictes imposent souvent aux stations-service des exigences spécifiques en matière d'émissions de vapeurs de carburant. En installant des récupérateurs de vapeur d'essence, les stations-service peuvent se conformer à ces réglementations plus facilement et éviter les coûts associés aux amendes ou aux sanctions pour non-respect des normes environnementales.

Conclusion

Cette revue de la littérature scientifique et technique montre que la récupération des vapeurs de carburant est une technologie bien établie et en constante amélioration. Les systèmes actuels offrent des solutions efficaces pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et les pertes de carburant, contribuant ainsi à la protection de l'environnement et à l'efficacité économique. Notre étude s'inscrit dans ce contexte d'innovation et de durabilité, en explorant les meilleures pratiques et en proposant des améliorations spécifiques pour le marché algérien.

Chapitre 2 :
**Analyse des systèmes de récupération de
vapeurs d'essence**

I. Introduction

Le deuxième chapitre se concentre sur les systèmes de récupération de vapeurs d'essence les plus couramment utilisés dans les stations-service. Nous analyserons en détail les technologies de récupération de vapeur de stage 1 et stage 2, en mettant en lumière leurs avantages, inconvénients, et performances en termes de réduction des émissions. Ce chapitre inclura également une comparaison entre différentes technologies pour identifier les solutions les plus adaptées aux conditions spécifiques de l'Algérie.

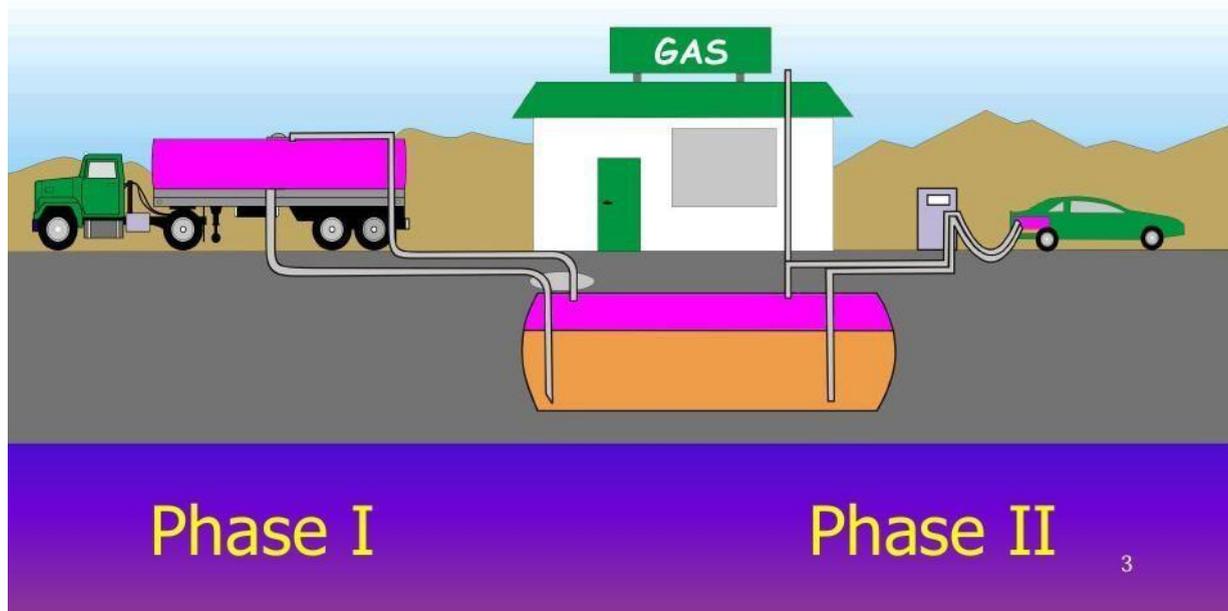


Figure 8 : schéma général récupérateur phase 1 et 2.

II. Technologies de récupération de vapeur système ORVR

Le système de récupération de vapeurs de carburant à bord, connu sous le nom d'Onboard Refueling Vapor Recovery (ORVR), est une technologie intégrée dans les véhicules pour capturer les vapeurs d'essence émanant du réservoir pendant le ravitaillement. Ce système vise à réduire les émissions de composés organiques volatils (COV) qui contribuent à la pollution de l'air et aux problèmes de santé publique.

II.1 Fonctionnement du Système ORVR

II.1.1 Principe de Base

- Lors du ravitaillement en essence, le niveau de liquide dans le réservoir monte, forçant l'air chargé de vapeurs d'essence à sortir du réservoir.
- Le système ORVR dirige ces vapeurs vers un canister rempli de charbon actif où elles sont capturées et stockées.
- Les vapeurs capturées sont ensuite envoyées vers le moteur pour être brûlées lors du fonctionnement du véhicule, éliminant ainsi leur libération dans l'atmosphère.

II.1.2 Composants Clés

- **Canister à Charbon Actif:** Capte et stocke les vapeurs d'essence.
- **Soupape de Contrôle des Vapeurs:** Régule le flux des vapeurs entre le réservoir et le canister.
- **Ligne de Vapeur :** Relie le réservoir de carburant au canister.
- **Système de Purge :** Relâche les vapeurs capturées dans le moteur pour combustion.

II.2 Avantages du Système ORVR

II.2.1 Réduction des Émissions

Le système ORVR (Onboard Refueling Vapor Recovery) est extrêmement efficace pour capturer les vapeurs d'essence. Il peut capturer jusqu'à 98% des vapeurs, réduisant ainsi de manière significative les émissions de composés organiques volatils (COV). Les COV sont des polluants majeurs qui contribuent à la formation de l'ozone troposphérique et du smog photochimique, entraînant des impacts négatifs sur la santé publique et l'environnement. Selon la CU Mailman School of Public Health, l'adoption de la technologie ORVR a considérablement amélioré la qualité de l'air, réduisant les risques de maladies respiratoires et cardiovasculaires liées à l'exposition aux COV.

II.2.2 Impact Environnemental Positif

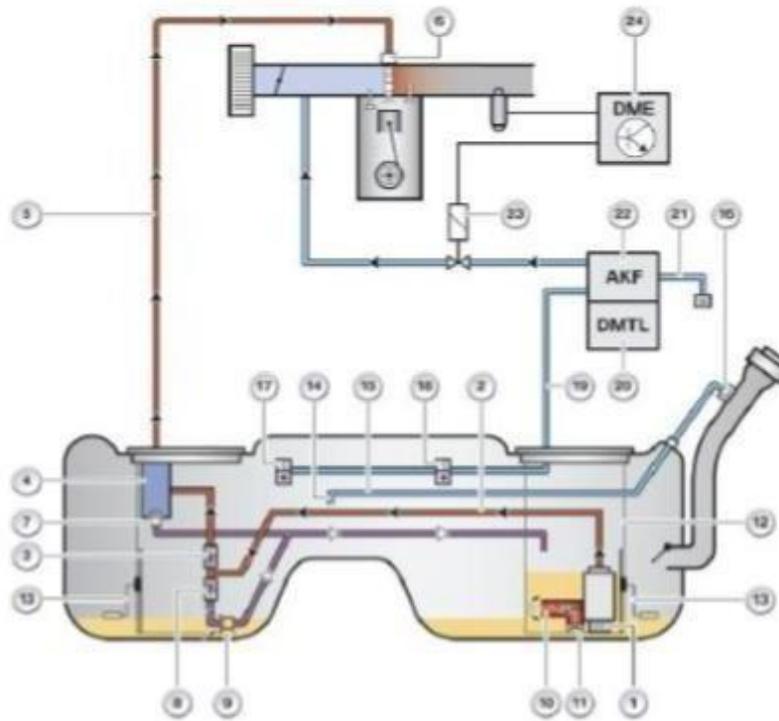
En réduisant les émissions de composés organiques volatils (COV), le système ORVR (Onboard Refueling Vapor Recovery) joue un rôle crucial dans la diminution de la formation d'ozone troposphérique. L'ozone troposphérique est un polluant atmosphérique dangereux qui affecte la santé humaine, provoquant des maladies respiratoires et cardiovasculaires, et nuisant à l'environnement en endommageant les plantes et les écosystèmes. En capturant jusqu'à 98% des vapeurs d'essence, les systèmes ORVR limitent la présence de précurseurs d'ozone dans l'atmosphère, contribuant ainsi à une meilleure qualité de l'air et à la protection de la santé publique et de l'environnement.

II.3 Recommandations :

- **Encouragement à l'Utilisation de Véhicules ORVR**
Pour promouvoir l'adoption des véhicules équipés de systèmes ORVR, il est essentiel de mettre en place des incitations économiques telles que des réductions fiscales et des subventions pour les importateurs et les constructeurs locaux. Les campagnes de sensibilisation peuvent également jouer un rôle crucial en informant le public sur les avantages environnementaux et sanitaires des véhicules ORVR, contribuant ainsi à une adoption plus large.
- **Programme de Maintenance**
Assurer l'efficacité des systèmes ORVR tout au long de la vie des véhicules nécessite la mise en place de programmes de maintenance réguliers. Ces programmes devraient inclure des inspections périodiques obligatoires et des remplacements de composants clés comme le canister à charbon actif. Former les techniciens et sensibiliser les propriétaires de véhicules sur l'importance de la maintenance peut garantir la longévité et l'efficacité des systèmes ORVR.

• **Synergie avec les Systèmes de Stage 1**

Combiner les systèmes ORVR avec les systèmes de récupération de vapeur de stage 1 maximise les réductions d'émissions de composés organiques volatils (COV). Les systèmes de stage 1 capturent les vapeurs lors du déchargement des camions-citernes, tandis que les ORVR les capturent lors du ravitaillement des véhicules. Cette synergie permet d'optimiser la récupération des vapeurs tout au long du processus de distribution de carburant, offrant des bénéfices environnementaux significatifs.



Indice	Explication	Indice	Explication
1	Pompe à carburant électrique	13	Capteur de niveau de carburant
2	Ligne d'alimentation	14	Raccord de ligne de ravitaillement
3	Clapet anti-retour	15	Ligne de ventilation de ravitaillement
4	Filtre à carburant	16	Ventilation de ravitaillement
5	Ligne d'alimentation vers le moteur	17	Soupape de ventilation d'opération de gauche
6	Injecteur de carburant	18	Soupape de ventilation d'opération droite
7	Régulateur de pression	19	Opération Ventilation Line
8	Clapet anti-retour	20	Module de diagnostic pour la fuite de réservoir (DM-TL)
9	Pompe à jet d'aspiration gauche	21	Ligne d'atmosphère
10	Pompe à jet d'aspiration droite	22	Bidon de carbone
11	Vanne de remplissage initiale	23	Soupape d'évent de réservoir de carburant
12	Défecteur de carburant	24	Électronique de moteur numérique

Figure 9 : système récupération-de-vapeurs-de-ravitaillement-a-bord-ORVR.

III. Technologies de Récupération de Vapeur de Stage 1

III.1. Principe de Fonctionnement

La récupération de vapeur de stage 1 concerne principalement le transfert des carburants depuis les camions-citernes vers les réservoirs de stockage souterrains. Ces systèmes utilisent des tuyaux de retour de vapeur pour capturer les vapeurs déplacées et les retourner dans le camion-citerne pendant le déchargement. Selon (2)Hensel (2010), ces systèmes sont efficaces pour réduire les émissions à la source et minimiser l'exposition des travailleurs et des clients aux vapeurs nocives.

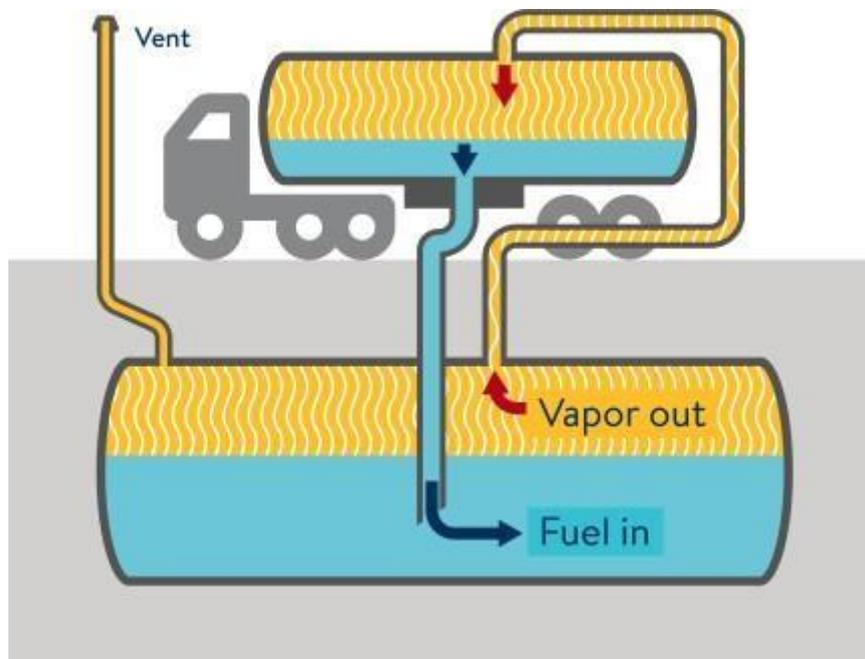


Figure 10 : récupérateur phase 1.

III.2. Avantages et Inconvénients

Avantages et Inconvénients des Systèmes de Stage 1

Les systèmes de récupération de vapeur de stage 1 offrent plusieurs avantages majeurs, notamment leur simplicité et leur efficacité élevée en termes de réduction des émissions de composés organiques volatils (COV). Ils sont capables de capter jusqu'à 98% des vapeurs d'essence déplacées lors du déchargement des camions-citernes. Cependant, ces systèmes nécessitent une maintenance régulière pour assurer leur bon fonctionnement et maintenir leur efficacité. Des inspections fréquentes sont nécessaires pour vérifier les composants et éviter les dysfonctionnements. En outre, la performance des systèmes de stage 1 peut être compromise par des fuites ou des connexions incorrectes, ce qui peut réduire leur efficacité globale et augmenter les émissions non contrôlées.

IV. Technologies de Récupération de Vapeur de Stage 2

IV.1. Principe de Fonctionnement

Il existe deux types généraux de systèmes de la phase II : les systèmes d'équilibrage et les systèmes d'assistance par aspiration. En règle générale, les deux types sont utilisés dans le cadre d'un programme national donné, et la propension à favoriser un type de système par rapport à un autre varie d'un État à l'autre. Le système d'équilibrage est le plus simple des deux. Il s'appuie sur l'aspiration de l'essence du réservoir de stockage souterrain pendant le ravitaillement pour créer un léger vide dans les conduites de retour des vapeurs qui est suffisant pour aspirer la plupart des vapeurs distribuées depuis le réservoir du véhicule à moteur dans le système de retour des vapeurs. Le soufflet de la buse de distribution et le joint qu'il crée contre la lèvre du tuyau de remplissage du véhicule à moteur contribuent à maintenir la légère dépression nécessaire pour "équilibrer" le volume de vapeurs d'essence déplacé du réservoir de carburant du véhicule à moteur par rapport au volume de liquide extrait du réservoir souterrain.

Le système d'assistance au vide utilise une pompe à vide mécanique ou un venturi pour aspirer activement les vapeurs déplacées dans le système de phase II. Généralement, le degré de vide est réglé en ajustant le volume d'air aspiré dans le système de phase II par rapport au volume de liquide distribué. Ce réglage est connu sous le nom de rapport air/liquide (A/L). Si le rapport air/liquide est supérieur à 1, un plus grand volume d'air est aspiré dans le système de la phase II, par rapport au volume de liquide prélevé dans le réservoir de stockage souterrain. L'aspiration d'un excès d'air augmente la capture des vapeurs déplacées hors du tuyau de remplissage du véhicule. Ces systèmes sont souvent plus acceptables pour les consommateurs parce que les buses ressemblent davantage à celles de l'époque antérieure à la phase II. Ils sont équipés de soufflets à tension réduite moins encombrants ou peuvent ne pas être tenus d'avoir un soufflet.

Selon un article publié par (3)NESCAUM (2007) les informations préliminaires compilées en avril 2006 sur 288 véhicules ont montré que 24 d'entre eux (8,8 % du total) ne respectaient pas la norme de 0,20 gramme de COV par gallon de carburant distribué.

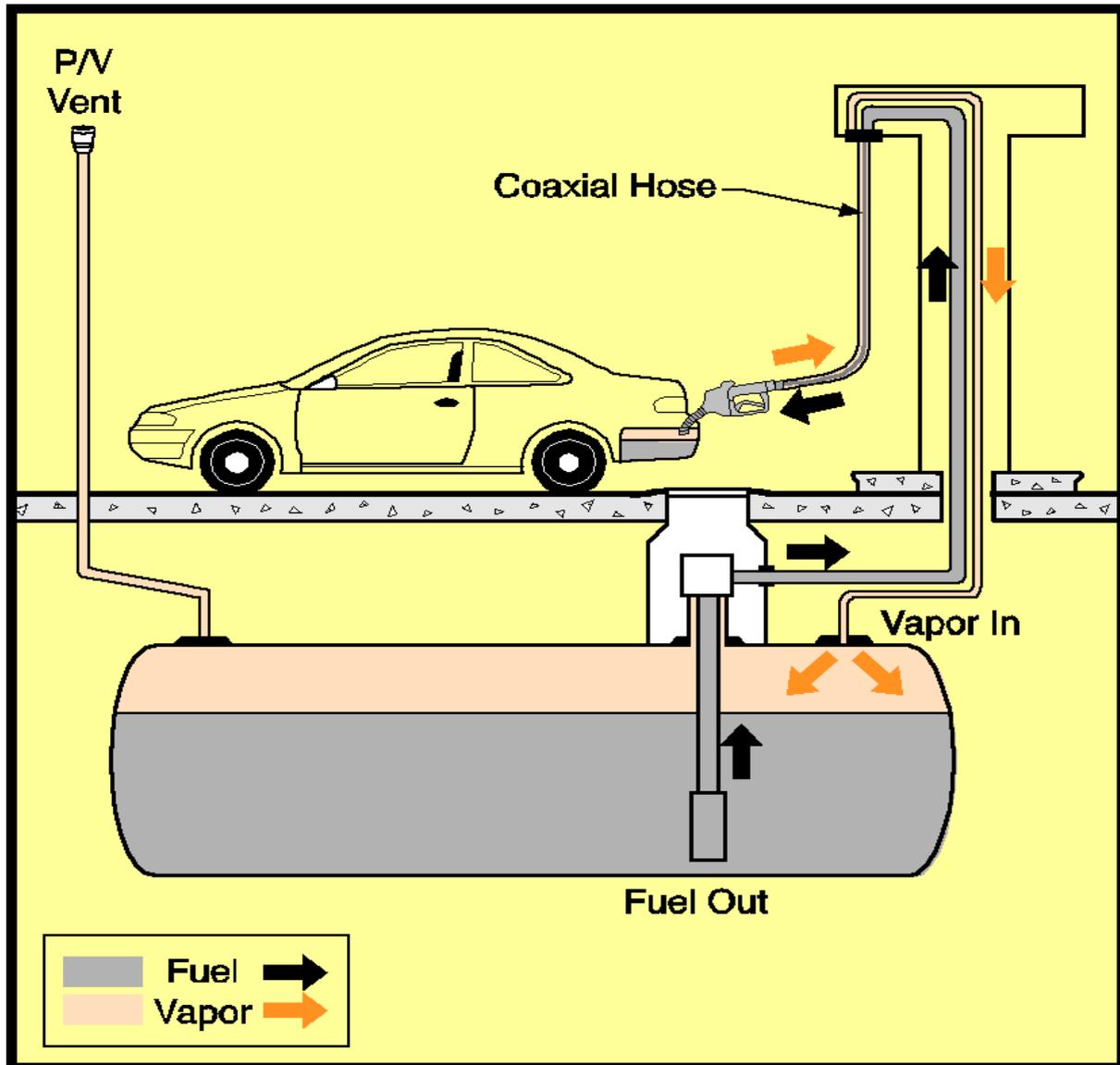


Figure 11 : récupérateur phase 2.

IV.2. Avantages et Inconvénients

. Avantages et Inconvénients des Systèmes de Stage 2

Les systèmes de récupération de vapeur de stage 2 sont très efficaces pour réduire les émissions de composés organiques volatils (COV) pendant le ravitaillement des véhicules, pouvant récupérer jusqu'à 95% des vapeurs émises. Cette performance contribue de manière significative à la réduction de la pollution atmosphérique et à l'amélioration de la qualité de l'air. Cependant, ces systèmes présentent des inconvénients notables. Ils peuvent être coûteux à installer et à entretenir, nécessitant des investissements substantiels pour les stations-service. De plus, leur efficacité dépend fortement de l'étanchéité des connexions entre le pistolet de ravitaillement et le réservoir du véhicule. Des fuites ou des mauvaises connexions peuvent réduire leur performance, entraînant des émissions non contrôlées et une diminution de leur efficacité globale.

V. Comparaison des Performances des Technologies

V.1. Méthodologie de Comparaison

Pour identifier les solutions les plus adaptées aux conditions spécifiques de l'Algérie, nous avons comparé plusieurs technologies de récupération de vapeur en termes de coût, efficacité, et maintenance.

Une méthodologie pratique a été mise au point pour évaluer l'efficacité en service des systèmes de récupération des vapeurs de la phase II. Les résultats de cette étude ont montré une différence significative entre les émissions de COV pendant le ravitaillement dans les stations-service de la phase II et les stations-service conventionnelles étudiées. L'efficacité estimée par ravitaillement du système de récupération des vapeurs dans la station de la phase II par rapport à la station conventionnelle se situait entre 77 et 89 %. Bien que les déversements d'essence pendant le ravitaillement aient été documentés comme étant plus importants dans les stations de la phase II que dans les stations conventionnelles, nos résultats indiquent que l'ampleur de ces déversements est insuffisante pour compromettre de manière substantielle l'efficacité globale de ces systèmes de récupération des vapeurs.

V.2. Résultats de la Comparaison

Une évaluation des performances des systèmes de stage 1 et stage 2 dans diverses conditions climatiques et opérationnelles. Leurs résultats indiquent que les systèmes de stage 2 sont plus efficaces dans les régions à forte densité de population et de trafic, tandis que les systèmes de stage 1 sont mieux adaptés aux zones rurales et aux stations-service avec un volume de ventes plus faible.

D'après (4) David L. et al, une méthodologie pratique qui a été mise au point pour évaluer l'efficacité en service des systèmes de récupération des vapeurs de la phase II. Les résultats de cette étude ont montré une différence significative entre les émissions de COV pendant le ravitaillement dans les stations-service de la phase II et les stations-service conventionnelles étudiées. L'efficacité estimée par ravitaillement du système de récupération des vapeurs dans la station de la phase II par rapport à la station conventionnelle se situait entre 77 et 89 %. Bien que les déversements d'essence pendant le ravitaillement aient été documentés comme étant plus importants dans les stations de la phase II que dans les stations conventionnelles, nos résultats indiquent que l'ampleur de ces déversements est insuffisante pour compromettre de manière substantielle l'efficacité globale de ces systèmes de récupération des vapeurs.

VI. Adaptation des Technologies aux Conditions Algériennes

VI.1. Analyse pour l'Algérie

L'Algérie, avec ses conditions climatiques et économiques spécifiques, nécessite une analyse approfondie pour choisir les technologies les plus adaptées. Les systèmes de récupération de vapeur de stage 1 apparaissent comme une solution viable en raison de leur efficacité et de leurs coûts modérés, bien que l'intégration avec des systèmes de stage 2 pourrait offrir une réduction maximale des émissions.

Pour identifier les solutions les plus adaptées aux conditions spécifiques de l'Algérie, il est crucial de comparer les performances et les coûts des différentes technologies. Les tableaux suivants présentent un résumé des données de performance et des coûts associés.

Technologie	Réduction des Émissions	Coût d'Installation	Coût d'Entretien	Adaptabilité en Algérie
Stage 1	Jusqu'à 98%	Modéré	Modéré à élevé	Élevée
Stage 2	Jusqu'à 95%	Élevé	Élevé	Moyenne
ORVR (véhicules)	Jusqu'à 98%	Intégré au véhicule	Faible	Variable
Systèmes combinés	Jusqu'à 99%	Très élevé	Très élevé	Potentiellement élevée

Tableau 1 : tableau détaillé des données de performance.

VI.2. Défis Spécifiques à l'Algérie

L'Algérie présente des défis uniques en matière de récupération de vapeur en raison de ses conditions climatiques variées et de son infrastructure de stations-service. Il est important d'adapter les technologies de récupération de vapeur aux conditions locales pour maximiser leur efficacité et leur durabilité.

VI.3. Recommandations

Stratégies pour l'Implémentation et la Maintenance des Systèmes de Récupération de Vapeurs d'Essence en Algérie

1. **Implémentation Progressive** La mise en œuvre des systèmes de récupération de vapeur de stage 1 devrait se faire progressivement, en commençant par les zones à forte densité de stations-service. Ensuite, il convient d'évaluer la possibilité d'intégration des systèmes de stage 2 pour une efficacité maximale.
2. **Maintenance Régulière et Rigoureuse** Une maintenance régulière et rigoureuse est cruciale pour garantir l'efficacité des systèmes de récupération de vapeur. Cela inclut des inspections périodiques et des remplacements de composants critiques pour prévenir les fuites et les dysfonctionnements.

3. **Évaluation Continue des Performances** Il est essentiel de réaliser une évaluation continue des performances des systèmes et d'apporter les adaptations nécessaires en fonction des retours d'expérience et des avancées technologiques. Cette approche garantit que les systèmes restent efficaces et conformes aux normes environnementales évolutives.

Approche Sur Mesure pour l'Algérie

Pour l'Algérie, une approche combinant les meilleures pratiques des technologies de stage 1 et stage 2 peut offrir des avantages environnementaux et économiques significatifs. La formation du personnel et la maintenance régulière sont essentielles pour garantir le bon fonctionnement de ces systèmes dans des environnements difficiles. Cela permettra d'améliorer la qualité de l'air et de promouvoir un développement durable.

Conclusion

Les systèmes de récupération de vapeur de stage 1 et stage 2 revêtent une importance capitale dans la diminution des émissions de COV dans les stations-service. Leur efficacité et leur pertinence sont conditionnées par plusieurs facteurs, tels que les conditions météorologiques, le flux de trafic et les mesures de maintenance. En Algérie, l'adoption d'une combinaison de ces technologies, ajustée aux particularités locales, promet des avantages notables. Toutefois, pour maximiser leur impact, une mise en œuvre attentive et des politiques de soutien adéquates sont essentielles. En s'engageant dans cette voie, l'Algérie peut non seulement réduire son empreinte carbone, mais aussi stimuler le développement durable de son infrastructure énergétique.

Chapitre 3 :
Aspects techniques et calculs

I. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons examiner en détail les articles scientifiques clés qui traitent des systèmes de récupération de vapeur dans les stations-service. En analysant leurs méthodes et paramètres, nous établirons une base solide pour nos propres calculs et résultats futurs.

II. Définition des objectifs de la recherche

Ce mémoire vise à analyser et à quantifier les pertes de vapeurs d'essence dans les stations-service, en mettant particulièrement l'accent sur la comparaison entre les stations équipées de systèmes de récupération de vapeurs et celles qui en sont dépourvues. Les objectifs spécifiques de cette recherche sont les suivants :

- Évaluer l'ampleur des pertes de vapeurs d'essence dans les stations-service sans récupération de vapeurs.
- Comparer les pertes de vapeurs dans les stations-service équipées de technologies de récupération des vapeurs et celles sans ces technologies.
- Proposer des recommandations pratiques pour réduire les pertes de vapeurs et améliorer l'efficacité des systèmes de récupération existants.

III. Revue de la Littérature

III.1 Examen des recherches existantes sur les émissions de vapeurs d'essence

Parmi les études notables, on trouve celles réalisées par l'Agence de Protection de l'Environnement des États-Unis (1)(EPA), qui ont mesuré les émissions de vapeurs dans des stations-service équipées de différentes technologies de récupération de vapeurs (2)(EPA, 2008). Une autre étude importante menée en Californie a comparé les fréquences et les quantités de déversements entre les stations équipées de systèmes de récupération de vapeurs et celles qui ne le sont pas (3)(Lents, 1992).

Ces recherches ont révélé que les pertes de vapeurs varient considérablement en fonction de plusieurs facteurs, notamment la température ambiante, le type de carburant, et la technologie utilisée. En général, les stations sans systèmes de récupération de vapeurs présentent des taux d'émission plus élevés, ce qui souligne l'importance de mettre en œuvre des mesures de contrôle efficaces.

III.2 Méthodologie

III.2.1 Choix des méthodes de mesure

Pour quantifier les pertes de vapeurs d'essence dans les stations-service, il est essentiel de choisir des méthodes de mesure précises et fiables. Dont les plus importants incluent :

- **Mesures directes des émissions de vapeurs** : Utilisation de capteurs et de dispositifs de mesure pour capturer et analyser les vapeurs d'essence émises lors du ravitaillement des véhicules.
- **Échantillonnage d'air ambiant** : Collecte d'échantillons d'air autour des zones de ravitaillement pour analyser la concentration de composés organiques volatils (COV).

Ces méthodes combinées permettent de fournir une estimation complète et détaillée des pertes de vapeurs, en tenant compte des variations temporelles et des conditions environnementales.

III.2.2 Description des outils et techniques utilisés

Les outils et techniques utilisés dans ces études comprennent :

- **Détecteurs de COV portables** : Ces appareils sont utilisés pour mesurer directement la concentration de COV dans l'air ambiant. Ils fonctionnent sur le principe de la photo-ionisation ou de la chromatographie en phase gazeuse, permettant une détection rapide et précise des vapeurs d'essence.
- **Chambres d'échantillonnage** : Des chambres d'échantillonnage fermées sont utilisées pour capturer les vapeurs d'essence émanant des réservoirs de stockage et des véhicules pendant le ravitaillement. Ces chambres permettent de mesurer les émissions dans des conditions contrôlées.
- **Analyseurs de gaz en continu** : Ces dispositifs, souvent basés sur la spectroscopie infrarouge ou la spectrométrie de masse, sont utilisés pour analyser en continu les vapeurs d'essence et déterminer leur composition chimique.
- **Modèles de dispersion atmosphérique** : Des logiciels de modélisation sont utilisés pour simuler la dispersion des vapeurs d'essence dans l'atmosphère autour des stations-service. Ces modèles tiennent compte de divers facteurs tels que la vitesse du vent, la température, et la topographie locale.
- **Protocoles de calibration** : Les équipements de mesure sont régulièrement calibrés à l'aide de gaz étalons pour assurer l'exactitude et la fiabilité des données collectées.

III.2.3 Collecte et traitement des données

La collecte des données s'effectue en plusieurs étapes :

Planification des mesures : Identification des sites de mesure, préparation des équipements et définition des conditions de mesure (heure de la journée, conditions météorologiques, etc.).

- **Collecte des données :**

Sur site : Les mesures sont effectuées directement sur les sites des stations-service, en utilisant les détecteurs de COV portables et les chambres d'échantillonnage.

Échantillonnage périodique : Des échantillons d'air ambiant sont prélevés à intervalles réguliers pour analyser les variations des émissions au fil du temps.

Surveillance en continu : Les analyseurs de gaz en continu enregistrent les émissions de vapeurs en temps réel, fournissant des données détaillées sur les fluctuations des niveaux de COV.

- **Traitement des données :**

Validation des données : Les données brutes sont vérifiées et nettoyées pour éliminer les valeurs aberrantes et les erreurs de mesure.

Analyse statistique : Des méthodes statistiques sont utilisées pour analyser les données collectées, identifier les tendances et estimer les pertes moyennes de vapeurs.

Modélisation : Les données sont intégrées dans des modèles de dispersion atmosphérique pour simuler la propagation des vapeurs et estimer les concentrations à différentes distances des sources d'émission.

- **Interprétation des résultats :**

Les résultats des mesures et des modèles sont comparés aux normes réglementaires pour évaluer la conformité des stations-service.

Les pertes de vapeurs sont quantifiées en termes de volume et de pourcentage du carburant distribué, permettant d'identifier les principales sources de pertes et les opportunités d'amélioration.

III.3 Paramètres influents

(4)(5) On peut percevoir plusieurs paramètres qui contribuent aux résultats :

- Différence de température initiale entre le carburant du réservoir et le carburant distribué.
- Température des carburants.
- Pression de vapeur relative des carburants.
- Pression de vapeur réelle des carburants.
- Volume de carburant distribué.
- Volume initial de carburant dans le réservoir.
- Contre-pression du compteur d'essai à sec (en cas de fuites).
- Pré-conditionnement du réservoir d'essai.
- Configuration du réservoir.
- Débit de distribution.
- Mise à l'air libre du bidon - ouvert ou fermé (faible effet).
- Position de la buse.

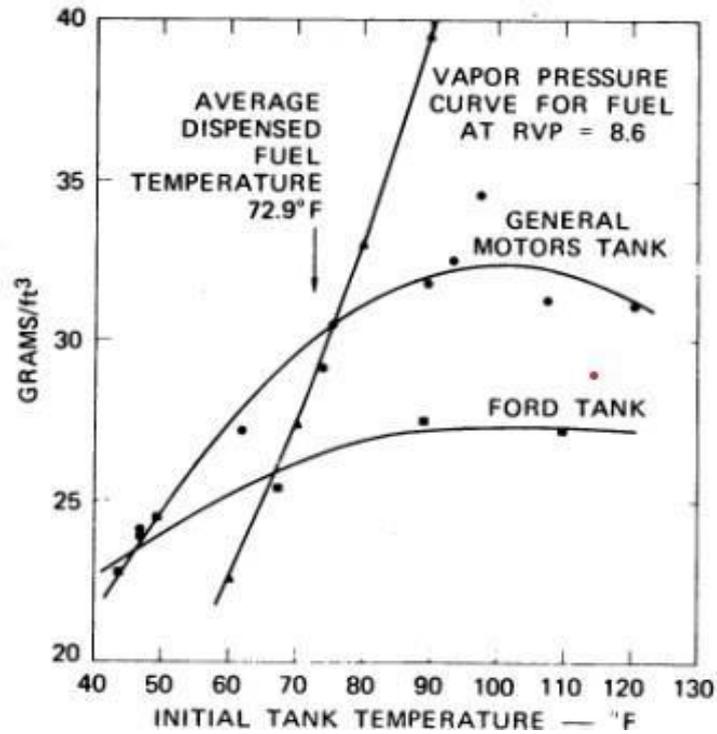


Figure 12 : Concentration d'hydrocarbures dans les vapeurs émises en fonction de la température initiale du réservoir pour deux réservoirs d'essai différents.

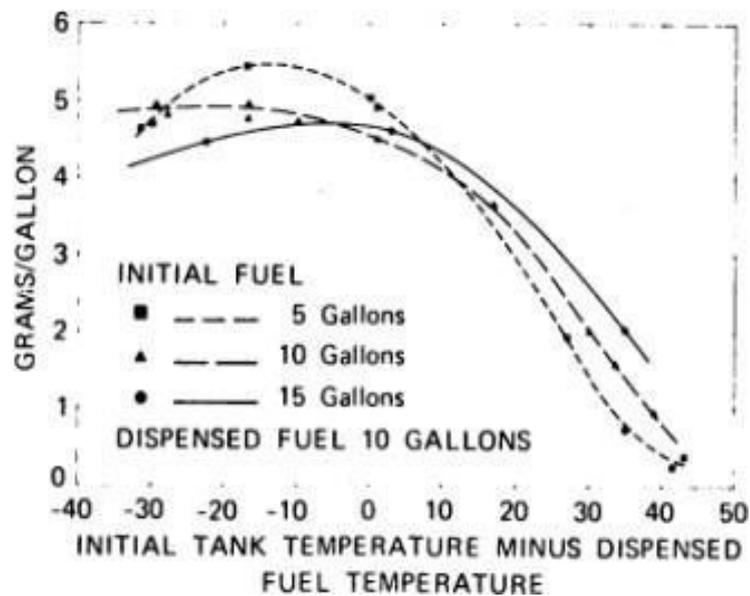


Figure 13 : Effet de la quantité initiale de carburant sur la quantité de vapeur

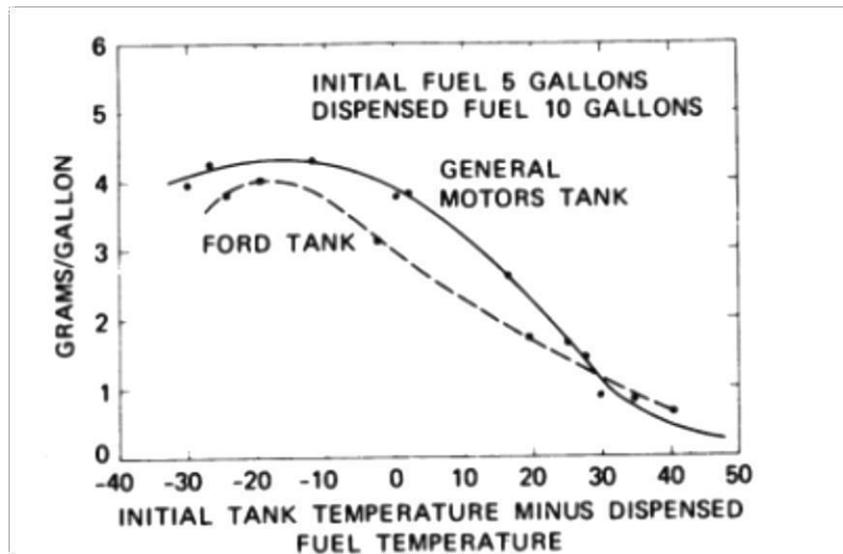


Figure 14 : Effet du réservoir du véhicule sur la quantité de vapeur

III.4 Résumé des résultats

Ces articles se concentrent sur l'évaluation des pertes de vapeur d'essence dans différentes conditions opérationnelles des stations-service, et examinent les fréquences et les quantités de déversements de carburant dans les stations-service équipées de systèmes de récupération de vapeurs (VR) par rapport à celles qui n'en sont pas équipées. Les résultats montrent que les pertes de vapeur varient considérablement en fonction de la température, du type de carburant et des pratiques de gestion des stations. Les principales conclusions sont :

Les pertes de vapeurs sont plus élevées pendant les mois chauds, atteignant jusqu'à 1% du volume total distribué.

- Les stations VR présentent un taux de déversement de 22,3% des remplissages, avec un volume moyen de 10,6 ml par déversement.
- Les stations conventionnelles ont un taux de déversement de 30,3%, avec un volume moyen de 13,3 ml par déversement.
- Les stations avec une mauvaise maintenance des équipements VR présentent des pertes plus importantes.
- Les systèmes VR réduisent les pertes de vapeur de 50 à 80% par rapport aux stations sans VR.

III.5 Discussion des conclusions

Les conclusions de l'article indiquent que les stations VR sont plus efficaces pour réduire les pertes de carburant par déversement que les stations conventionnelles. Cette efficacité est attribuée aux systèmes de récupération de vapeurs qui minimisent les émissions et les pertes lors du ravitaillement. Les études recommandent l'adoption généralisée des systèmes VR pour réduire les impacts environnementaux et économiques des pertes de vapeurs d'essence. En outre, les conclusions soulignent l'importance de la maintenance régulière des systèmes VR pour maximiser leur efficacité. Les pertes de vapeur sont significativement réduites avec des systèmes bien entretenus, ce qui a des implications positives pour la qualité de l'air et les économies de carburant. Les études recommandent également des programmes de formation et de maintenance pour les opérateurs de stations-service afin d'optimiser les performances des systèmes VR.

III.6 Comparaison et synthèse des études

Les articles fournissent des informations complémentaires sur les pertes de vapeurs d'essence dans les stations-service. Le premier article met en évidence les avantages des systèmes VR en termes de réduction des fréquences et volumes de déversements, tandis que le second article se concentre sur les pertes de vapeurs en fonction des conditions opérationnelles et de la maintenance des systèmes VR.

III.7 Similitudes :

Les études soulignent l'efficacité des systèmes VR pour réduire les émissions de vapeurs d'essence.

Les pertes de vapeurs sont influencées par des facteurs opérationnels et environnementaux.

III.8 Différences :

Quelque uns des articles se concentrent principalement sur les déversements de carburant et leurs fréquences, tandis que d'autres examinent les pertes de vapeurs dans un contexte plus large incluant les conditions environnementales et la maintenance.

Les méthodologies diffèrent en termes de collecte de données : ils utilisent des observations directes, tandis que d'autres combinent mesures directes et modélisation.

III.9 Synthèse :

Les articles démontrent l'importance des systèmes de récupération de vapeurs pour minimiser les pertes de carburant et les émissions de COV dans les stations-service. Ils mettent en avant l'efficacité des systèmes VR bien entretenus et la nécessité d'une maintenance régulière pour garantir des performances optimales. Ensemble, ces études fournissent une base solide pour comprendre les pertes de vapeurs d'essence et proposent des stratégies pratiques pour les réduire, contribuant ainsi à la protection de l'environnement et à des économies de carburant significatives.

IV. Calcul des pertes de vapeurs d'essence

Le calcul des émissions de composés organiques volatils lors du ravitaillement de carburant dans les stations-service est essentiel pour évaluer et réduire la pollution de l'air. Voici une méthode détaillée pour effectuer ces calculs :

IV.1 Définir les Paramètres de Base

Pour commencer, il est crucial de définir les paramètres influençant les émissions de COV :

- **Volume de Carburant Distribué (V)** : Quantité de carburant transférée au réservoir du véhicule, en litres.
- **Tension de Vapeur du Carburant (Pv)** : Mesurée en kPa, elle dépend du type de carburant et de la température.
- **Température de l'Air (Ta)** : Température ambiante pendant le ravitaillement, en degrés Celsius.
- **Température du Carburant (Tf)** : Température du carburant dans les cuves de stockage, en degrés Celsius.
- **Facteur d'Émission (Ef)** : Coefficient représentant la quantité de COV émise par litre de carburant, souvent fourni par des études empiriques ou réglementations locales.

IV.2 Formules de Base

Les émissions de COV peuvent être calculées à l'aide de l'équation de base suivante :

$$\text{Emissions de COV} = V \times Ef$$

Où :

- V est le volume de carburant distribué.
- Ef est le facteur d'émission.

Le facteur d'émission Ef peut être déterminé par des études spécifiques au type de carburant et aux conditions locales. En l'absence de données spécifiques, des valeurs par défaut fournies par des organismes de réglementation peuvent être utilisées.

IV.3 Ajustements pour Température et Tension de Vapeur

L'équation de base peut être ajustée pour tenir compte des variations de température et de tension de vapeur :

$$Ef=f(Pv, Ta, Tf)$$

Une approche courante pour ajuster le facteur d'émission est d'utiliser la relation de Clausius-Clapeyron pour estimer comment la tension de vapeur varie avec la température.

IV.4 Méthodologie de Calcul Approfondie

IV.4.1 Mesure Directe :

- **Capteurs et Moniteurs** : Utiliser des capteurs de COV pour mesurer directement les émissions pendant le ravitaillement.
- **Enregistrement de Données** : Enregistrer les données de volume de carburant distribué et les conditions environnementales.

IV.4.2 Modélisation Empirique :

- Utiliser des modèles empiriques basés sur des études antérieures pour prédire les émissions de COV.
- Intégrer des facteurs de correction pour la température et la pression si nécessaire.

IV.5 Exemples Pratiques

Supposons que nous voulons estimer les émissions de COV pour un volume de 100 litres d'essence avec un facteur d'émission empirique de 0,2 g/L (grammes de COV par litre de carburant) :

Emissions de COV=100 L×0,2 g/L=20 g.

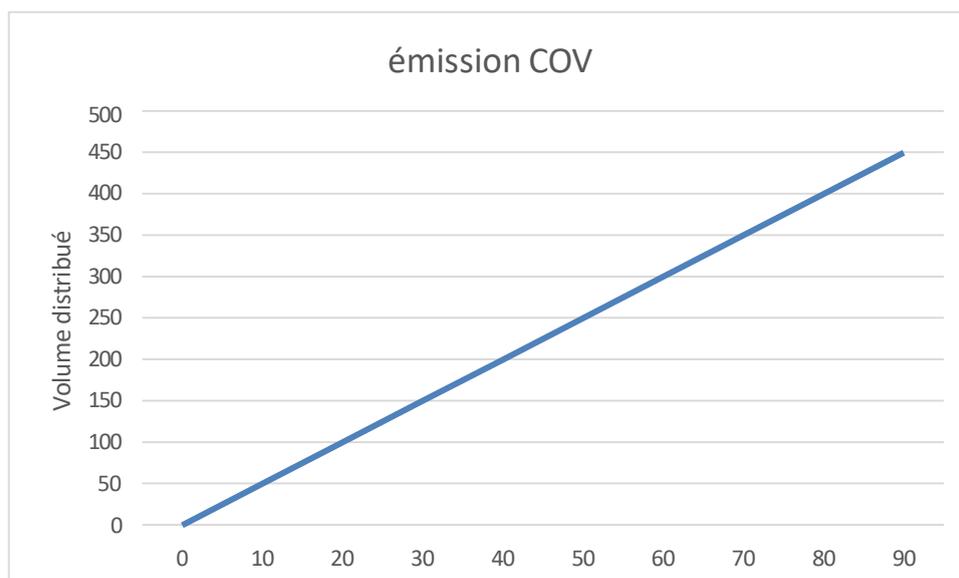


Figure 15 : émission des COV avec un facteur 0.2

Pour un calcul plus précis, on ajuste le facteur d'émission en fonction de la température et de la tension de vapeur du carburant. Par exemple, si des données indiquent que le facteur d'émission augmente de 10 % pour chaque augmentation de 5°C de la température ambiante :

- Température ambiante initiale : 20°C
- Température ambiante finale : 30°C (10°C de plus)
- Facteur d'émission ajusté : $0,2 \text{ g/L} \times (1 + 0,10 \times 2) = 0,24 \text{ g/L}$

Recalcule des émissions :

E émissions de COV ajustées = $100 \text{ L} \times 0,24 \text{ g/L} = 24 \text{ g}$

Le calcul des émissions de COV lors du ravitaillement nécessite une compréhension des paramètres clés tels que le volume de carburant, la tension de vapeur, et les températures ambiantes et du carburant. En combinant des mesures directes avec des modèles empiriques ajustés pour les conditions locales, il est possible d'estimer avec précision les émissions de COV et de mettre en place des stratégies efficaces pour leur réduction.

IV.6 Modèle de calcul des pertes

Pour calculer les pertes de vapeurs d'essence dans les stations-service, nous utiliserons un modèle basé sur les équations de volatilité des composés organiques volatils (COV) et les caractéristiques opérationnelles des stations. Le modèle prend en compte plusieurs facteurs clés, notamment la température, la pression, le débit de carburant, et l'efficacité des systèmes de récupération de vapeurs (VR).

L'équation générale pour calculer les pertes de vapeurs (P) est donnée par :

$$P=Vd \times Fv \times (1-EVR)$$

où :

P = Pertes de vapeurs (litres)

Vd = Volume de carburant distribué (litres)

Fv = Facteur de volatilité des vapeurs d'essence (litres de vapeur par litre de carburant)

EVR = Efficacité du système de récupération de vapeurs (en pourcentage, sous forme décimale)

IV.7.1 Exemple de calcul pratique

Supposons une station-service qui distribue 100 000 litres d'essence par mois. Le facteur de volatilité moyen des vapeurs d'essence est de 0,02g/l et le système de récupération de vapeurs a une efficacité de 85%.

Données :

$$Vd=100,000\text{litres}$$

$$Fv=0,02\text{litres de vapeur/litre de carburant}$$

$$EVR=0,85$$

En utilisant le modèle de calcul des pertes :

$$P=100,000 \times 0,02 \times (1-0,85)$$

$$P=100,000 \times 0,02 \times 0,15$$

$$P=300\text{litres}$$

Donc, les pertes de vapeurs d'essence pour cette station-service sont estimées à 300 litres par mois.

IV.7 Exemple de Calcul des pertes de gouttelettes

Pour la section "Calcul des Pertes des gouttelettes d'essence", on peut utiliser les données fournies dans l'article "Comparison of Spill Frequencies and Amounts at Vapor Recovery and Conventional Service Stations in California"(4). Voici un exemple de calcul détaillé :

- Taux de déversement pour les pistolets conventionnels : 30,3 % des remplissages avec un volume moyen de 13,3 ml par déversement.
- Taux de déversement pour les pistolets à récupération de vapeur : 22,3 % des remplissages avec un volume moyen de 10,6 ml par déversement.

Hypothèses pour le calcul :

- Volume total d'essence distribué par mois : 37850 litres.
- Nombre moyen de remplissages par 3.785 litre : 1 remplissage.

Calcul des pertes pour les pistolets conventionnels :

- Nombre total de déversements : $1000 \times 0,303 = 303$ déversements.
- Volume total déversé : $303 \times 13,3 = 4033,9$ ml = 4,034 litres.

Calcul des pertes pour les pistolets à récupération de vapeur :

- Nombre total de déversements : $1000 \times 0,223 = 223$ déversements.
- Volume total déversé : $223 \times 10,6 = 2363,8$ ml = 2,364 litres.

En utilisant ce modèle, on peut ajuster les paramètres pour d'autres scénarios et estimer les pertes de vapeurs d'essence pour différentes configurations de stations-service.

IV.8 Analyse et interprétation des résultats

L'analyse des résultats permet de comprendre l'ampleur des pertes de vapeurs et d'identifier les opportunités d'amélioration. Dans cet exemple, 300 litres de vapeur d'essence sont perdus chaque mois, ce qui représente 0,3% du volume total distribué. Ce pourcentage peut sembler faible, mais les impacts environnementaux et économiques sont significatifs.

Interprétation des résultats :

- Impact environnemental : La libération de 300 litres de vapeurs d'essence dans l'atmosphère contribue à la pollution de l'air et à la formation de smog, affectant la qualité de l'air et la santé publique.
- Impact économique : La perte de 300 litres d'essence représente un gaspillage économique. À un prix de vente moyen de 45.62da par litre, cela correspond à une perte de 13686da par mois.

Opportunités d'amélioration :

- Amélioration des systèmes VR : Augmenter l'efficacité du système de récupération de vapeurs de 85% à 95% réduirait les pertes à 150 litres par mois, diminuant ainsi les impacts environnementaux et économiques.
- Maintenance régulière : Assurer une maintenance régulière des systèmes VR pour maintenir leur efficacité à des niveaux optimaux.

Formation du personnel : Former le personnel des stations-service aux meilleures pratiques de ravitaillement pour minimiser les pertes de vapeur.

Ce modèle de calcul permet non seulement de quantifier les pertes de vapeurs d'essence mais aussi d'identifier des stratégies pour réduire ces pertes et leurs impacts associés. Une attention particulière à l'efficacité des systèmes VR et à la maintenance régulière est cruciale pour minimiser les émissions de vapeurs d'essence.

V. Discussion et Conclusion

V.1 Résumé des résultats principaux

Cette étude a permis d'évaluer les pertes de vapeurs d'essence dans les stations-service et d'identifier les facteurs influençant ces pertes. Les principales conclusions sont les suivantes :

- Efficacité des systèmes de récupération de vapeurs (VR) : Les stations équipées de systèmes VR ont des pertes de vapeurs significativement réduites par rapport aux stations conventionnelles. L'efficacité moyenne des systèmes VR se situe entre 70% et 95%, selon leur conception et leur maintenance.
- Facteurs environnementaux et opérationnels : La température ambiante et les pratiques de maintenance influencent fortement les pertes de vapeurs. Les pertes sont plus élevées durant les mois chauds et dans les stations avec une maintenance insuffisante des systèmes VR.

Impact économique et environnemental : Les pertes de vapeurs représentent non seulement un gaspillage économique mais contribuent également à la pollution de l'air et aux problèmes de santé publique.

V.2 Implications pour la gestion des stations-service

Les résultats de cette étude ont plusieurs implications importantes pour la gestion des stations-service :

- Adoption et maintenance des systèmes VR : Il est crucial pour les stations-service de non seulement adopter des systèmes VR performants mais aussi de maintenir ces systèmes régulièrement pour assurer leur efficacité. Une maintenance régulière et adéquate peut réduire les pertes de vapeurs de manière significative.

- Surveillance et contrôle des émissions : Les gestionnaires de stations-service devraient mettre en place des programmes de surveillance continue des émissions de vapeurs pour identifier et corriger rapidement les anomalies.
- Formation du personnel : Former le personnel des stations-service aux meilleures pratiques de ravitaillement et à l'entretien des équipements VR peut contribuer à minimiser les pertes de vapeurs.

V.3 Recommandations pratiques

Sur la base des conclusions de cette étude, plusieurs recommandations pratiques peuvent être proposées pour réduire les pertes de vapeurs d'essence :

- Amélioration des systèmes VR : Investir dans des technologies de récupération de vapeurs plus avancées et plus efficaces.
- Programme de maintenance rigoureux : Établir un calendrier de maintenance régulier et rigoureux pour les équipements VR afin de maintenir leur efficacité.
- Surveillance des conditions environnementales : Mettre en place des systèmes de surveillance des conditions environnementales (comme la température) pour ajuster les pratiques opérationnelles en conséquence.
 - Formation continue : Offrir des programmes de formation continue pour le personnel des stations-service sur les meilleures pratiques de gestion des vapeurs et l'entretien des systèmes VR.

V.4 Intervalle de l'utilisation de l'étude

Cette étude présente certaines limites qui doivent être prises en compte lors de l'interprétation des résultats :

- Données limitées : Les données collectées sont limitées à un échantillon de stations-service, principalement en Californie. Les résultats peuvent ne pas être entièrement représentatifs des stations-service dans d'autres régions avec des conditions environnementales et réglementaires différentes.
- Variabilité des systèmes VR : Il existe une grande variabilité dans les conceptions et les performances des systèmes VR, ce qui peut influencer les résultats.
- Facteurs non contrôlés : Certains facteurs, tels que les comportements des consommateurs et les pratiques spécifiques des opérateurs, n'ont pas été pleinement contrôlés dans cette étude.

V.5 Perspectives de recherches

Pour approfondir la compréhension des pertes de vapeurs d'essence et améliorer les stratégies de gestion, les recherches futures pourraient se concentrer sur :

- a) **Études grande échelle :**
Réaliser des études similaires dans différentes régions et sous diverses conditions climatiques pour obtenir des résultats plus généralisables.
- b) **Technologies émergentes :**
Investiguer l'efficacité des nouvelles technologies de récupération de vapeurs et leur potentiel pour réduire encore plus les pertes.
- c) **Facteurs comportementaux :**
Étudier l'impact des comportements des consommateurs et des pratiques des opérateurs sur les pertes de vapeurs pour développer des programmes éducatifs ciblés.
- d) **Analyse coût-bénéfice :**
Effectuer des analyses coûts-bénéfices détaillées pour évaluer l'économie réalisée grâce à l'adoption de technologies avancées et de pratiques améliorées.

Conclusion

Cette étude met en évidence l'importance de l'adoption et de la maintenance des systèmes de récupération de vapeurs pour réduire les pertes de vapeurs d'essence dans les stations-service. En mettant en œuvre les recommandations pratiques et en poursuivant des recherches plus approfondies, il est possible de minimiser les impacts environnementaux et économiques de ces pertes, contribuant ainsi à une meilleure gestion des ressources énergétiques et à la protection de l'environnement.

Chapitre 4 :

Travail Pratique et Implantation d'un Système de Récupération de Vapeurs

I. Introduction

Le quatrième chapitre présente le travail pratique réalisé dans le cadre de ce mémoire. Nous y décrirons le processus de dimensionnement, de schématisation, et d'implantation d'un système de récupération de vapeurs dans une station-service. Ce chapitre inclura des diagrammes, des plans techniques, et une évaluation des performances du système installé. Nous discuterons également des défis rencontrés et des solutions mises en œuvre pour optimiser le fonctionnement du dispositif.

Dans ce chapitre, nous documenterons chaque étape de la mise en œuvre du système de récupération de vapeurs, de la phase de conception à l'évaluation post-installation. Nous mettrons en lumière les aspects pratiques du projet, illustrés par des diagrammes et des plans techniques détaillés.

II. Dimensionnement du Système

II.1 Analyse Préliminaire

II.1.1 Sélection du Modèle de Pistolet à Carburant pour l'Étude

Dans le cadre de notre étude sur les systèmes de récupération de vapeur, nous avons entrepris une recherche approfondie dans plusieurs stations-service pour identifier le modèle de pistolet à carburant le plus couramment utilisé. Cette investigation sur le terrain nous a révélé que le modèle ZVA 25 était prédominant dans la majorité des stations-service visitées.

Pour approfondir notre étude et effectuer des tests pratiques, nous avons sollicité et obtenu un pistolet ZVA 25 qui n'était plus en service. Cet exemplaire nous a permis de réaliser des analyses détaillées et de mieux comprendre les caractéristiques techniques et l'efficacité de ce modèle spécifique dans le contexte de notre recherche.

II.1.2 Méthodologie de Sélection

1. **Étude de Terrain** : Nous avons visité un échantillon représentatif de stations-service, couvrant à la fois des zones urbaines et rurales, afin de garantir une diversité dans notre échantillon.
2. **Enquêtes et Interviews** : Des discussions avec les gestionnaires et le personnel des stations-service nous ont permis de confirmer la fréquence d'utilisation du modèle ZVA 25.
3. **Collection d'Équipement** : Après identification du modèle le plus répandu, nous avons demandé aux stations-service participantes de nous fournir un pistolet ZVA 25 hors service pour des fins d'analyse expérimentale.

II.1.3 Analyse et Utilisation

L'équipement récupéré a été soumis à une série d'analyses. Les résultats de ces tests fourniront des données empiriques essentielles pour les schématisations sur SOLIDWORKS et pour l'optimisation des systèmes de récupération de vapeur dans les stations-service.

Cette approche méthodique nous assure que nos conclusions seront basées sur des données réelles et représentatives des conditions d'utilisation courantes des pistolets à carburant en Algérie.

II.1.4 Caractéristiques :

- **Débit** : Jusqu'à 70 litres par minute.
- **Diamètre Nominal (DN)** : 25 mm.
- **Pression de Service** : Jusqu'à 3,5 bars.
- **Applications** : Principalement utilisé pour la distribution de gasoil, de carburant et de fioul.

II.1.5 Performances et Maintenance

Grâce à leur débit élevé, les pistolets ZVA permettent un remplissage rapide des réservoirs, ce qui est essentiel pour les applications nécessitant un rendement élevé. Leur conception modulaire facilite l'entretien et les réparations, minimisant ainsi les temps d'arrêt et les coûts associés.



Figure 16 : pistolet à carburant ZVA 25

II.2 Objectifs du Dimensionnement

- Réduire les émissions de COV.
- Améliorer la qualité de l'air local.
- Assurer la conformité avec les réglementations environnementales mondiale.

III. Calcul des Besoins en Récupération de Vapeurs

III.1 Estimation des Émissions de COV

Pour estimer les émissions de COV dans notre projet, nous nous appuyerons sur les études détaillées dans le chapitre 3 de ce mémoire. Ce chapitre présente des méthodes rigoureuses et des calculs précis pour évaluer les quantités de vapeurs émises et récupérées dans les stations-service. Ces études fournissent une base théorique solide et des modèles mathématiques adaptés à différentes conditions environnementales et opérationnelles.

III.2 Utilisation des Études Précédentes

III.2.1 Modélisation Théorique :

- Les formules de base et les modèles mathématiques décrits dans le chapitre 3 seront utilisés pour estimer les émissions de COV des pistolets conventionnelles en fonction des variables telles que la température, la pression, et le volume de carburant distribué.
- Les facteurs influençant les émissions, tels que les conditions climatiques locales et les caractéristiques spécifiques des stations-service en Algérie, seront intégrés dans nos calculs.

III.2.2 Données Expérimentales :

- Les résultats des études de cas et des simulations présentées précédemment fournissent des données empiriques théoriques.
- Les mesures des émissions effectuées dans diverses conditions opérationnelles serviront de références pour calibrer nos modèles.

III.2.3 Applications Pratiques :

- En appliquant les formules et les méthodes d'analyse du chapitre 3 à notre station-service pilote, nous pourrions estimer avec précision les émissions de COV spécifiques à notre contexte.
- Ces estimations permettront d'ajuster et d'optimiser le système de récupération de vapeur que nous mettons en place, assurant ainsi une réduction efficace des émissions.

III.3 Dimensionnement des Composants

III.3.1 Mesures et Modélisation CAO

Pour débiter la conception pratique de notre système de récupération de vapeur, on a pris les mesures précises du pistolet à carburant ZVA 25. Ces mesures ont ensuite été utilisées pour créer une modélisation 3D détaillée sur le logiciel SolidWorks. Cette étape a permis de produire des dessins techniques précis et de visualiser l'assemblage complet du pistolet, facilitant ainsi les étapes ultérieures de fabrication et d'optimisation.



Figure 17 : modélisation pistolet à carburant

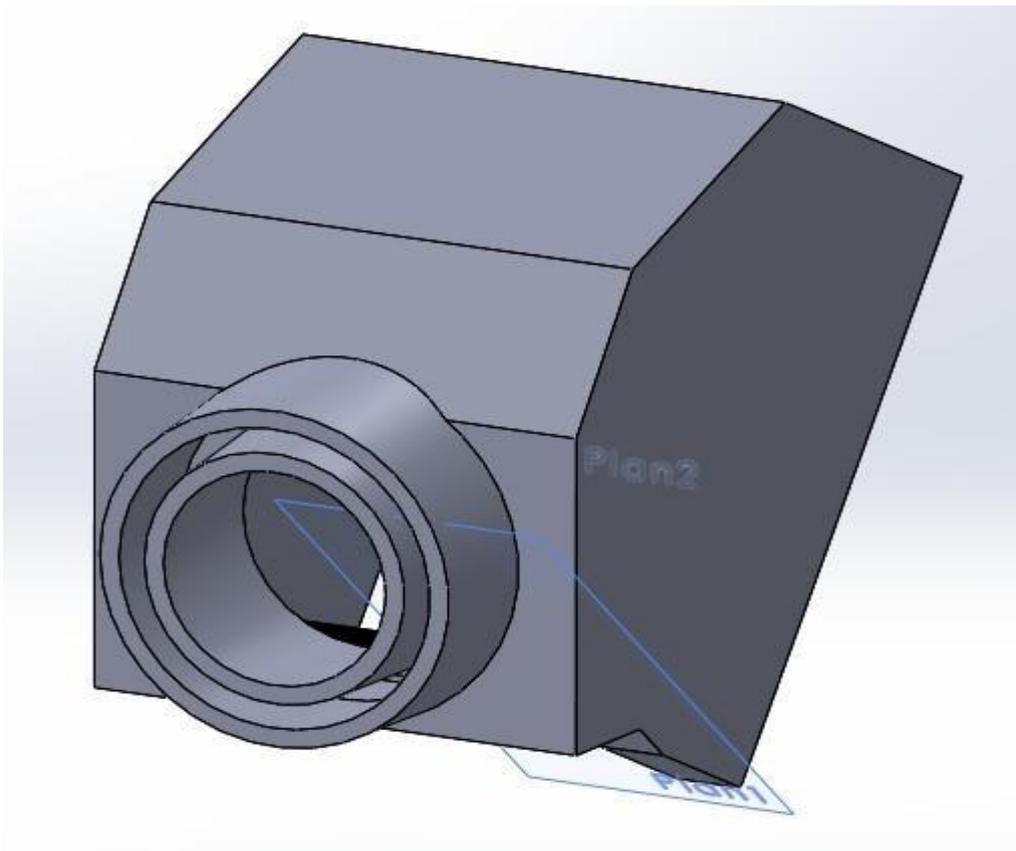


Figure 18 : modélisation corps récupérateur

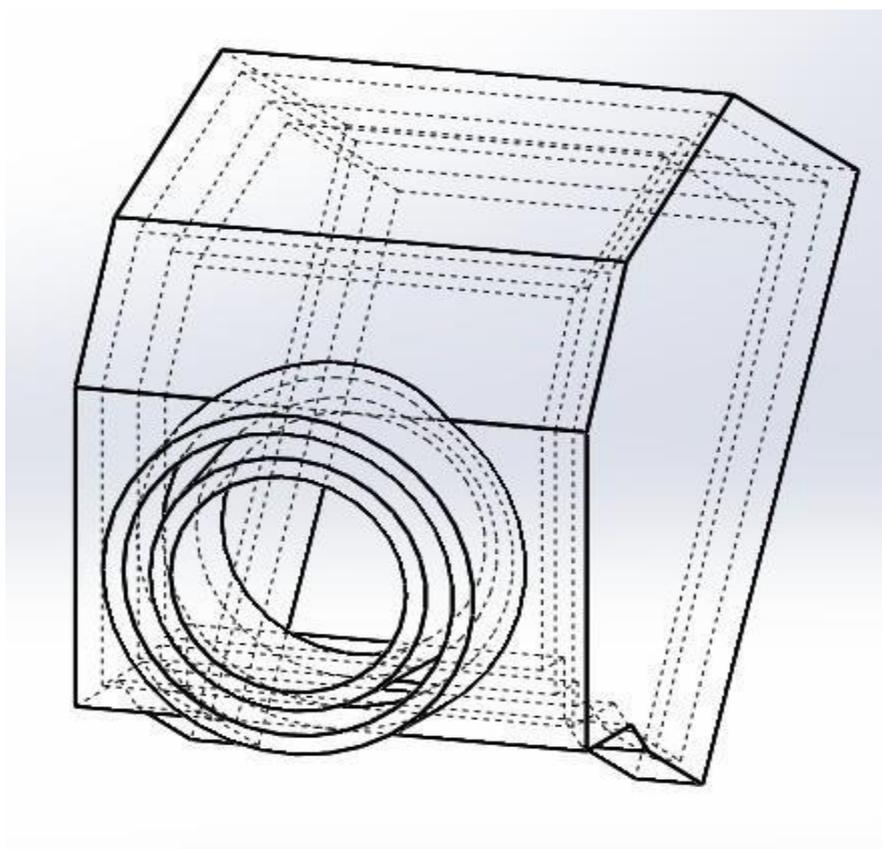


Figure 19 : corps récupérateur (lignes cachées apparentes)

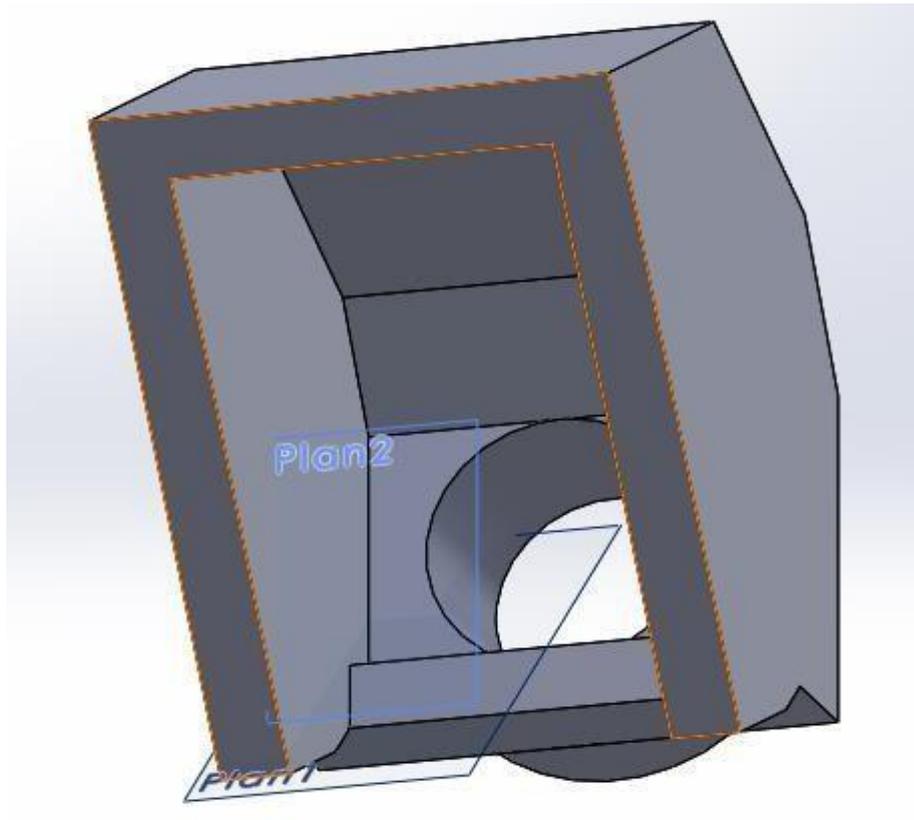


Figure 20 : corps récupérateur (vue arrière)

III.4 Sélection et Préparation des Matériaux

III.4.1 Sélection des Matériaux

La sélection des matériaux pour la fabrication du condenseur a été un processus crucial, influencé par plusieurs facteurs :

- **Conduction Thermique** : L'aluminium a été choisi pour son excellente conductivité thermique, ce qui est essentiel pour le processus de condensation des vapeurs.
- **Résistance à la Corrosion** : L'aluminium offre également une bonne résistance à la corrosion, assurant ainsi la durabilité du dispositif dans un environnement potentiellement corrosif.
- **Durabilité** : Assurer que les matériaux choisis peuvent résister à une utilisation prolongée sans dégradation significative.
- **Compatibilité Chimique** : Vérifier que les matériaux sont compatibles avec les carburants et les vapeurs qu'ils rencontreront, évitant ainsi toute réaction chimique indésirable.

III.4.2 Préparation et Fabrication

- **Découpe des Pièces** : Les plans techniques générés sur SolidWorks ont été utilisés pour découper la plaque en aluminium en 8 pièces distinctes. Cette découpe a été réalisée chez un forgeron, garantissant une précision et une qualité de finition optimales.



Figure 21 : corps en pièces découpées

- **Assemblage des Composants** : Initialement, il était prévu de souder les pièces ensemble. Cependant, en l'absence d'un soudeur disponible, une colle spéciale résistante aux conditions environnementales a été utilisée pour assembler les pièces. Cette méthode d'assemblage a été choisie pour assurer une solidité et une étanchéité adéquates.

III.4.3 Calculs et Dimensionnement

Cette phase de réalisation pratique, combinant la prise de mesures, la modélisation sur SolidWorks, la sélection et la préparation des matériaux, ainsi que le calcul des dimensions et des capacités nécessaires, a permis de concevoir un système de récupération de vapeurs optimisé. Les défis rencontrés, tels que l'absence d'un soudeur, ont été surmontés par des solutions alternatives efficaces, démontrant la flexibilité et l'ingéniosité nécessaires pour mener à bien ce projet.

IV. Schématisation du Système

IV.1 Conception des Schémas Techniques

Description :

Le flux des vapeurs de carburant dans une station-service est un aspect crucial pour la réduction des émissions de COV et l'amélioration de la sécurité et de l'efficacité. Voici comment ce flux est géré à travers le système de récupération de vapeur :

1. **Émission de Vapeurs** : Pendant le remplissage du réservoir, les vapeurs de carburant sont émises en raison de la volatilité du carburant.
2. **Captage des Vapeurs** : Les vapeurs sont captées par la ventouse sur le pistolet de distribution.
3. **Transport des Vapeurs** : Les vapeurs captées sont canalisées vers le collecteur.
4. **Condensation** : Dans le collecteur, les vapeurs sont condensées en phase liquide grâce à la vitesse des vapeurs qui vont se heurter avec les parois en aluminium.
5. **Évacuation des Condensats** : Les condensats sont évacués par un tuyau vers un réservoir de récupération.



Figure 22 : prototype et flux

V. Etude numérique de la Conception dans les conditions de fonctionnement

Simulation de la condensation de l'Essence dans un Dispositif Ajouté au Pistolet de Remplissage de Réservoir de Voiture

V.1 Conception et Maillage de la Géométrie

La géométrie du dispositif ajouté au pistolet de remplissage a été conçue à l'aide du logiciel Gambit. Le but était de créer une géométrie représentative pour simuler la condensation de l'essence.

V.2 Simulation CFD

La simulation a été réalisée à l'aide du logiciel Fluent. Le modèle multiphasique du mélange (mixture model) a été utilisé pour modéliser la vaporisation de l'essence. Les conditions de fonctionnement du dispositif ont été définies pour refléter les situations réelles lors du remplissage du réservoir de la voiture.

V.3 Analyse des Résultats

La figure 2 ci-dessous montre les résultats de la simulation, se concentre sur la distribution de la densité de l'essence, ce qui permet d'interpréter le processus de condensation.

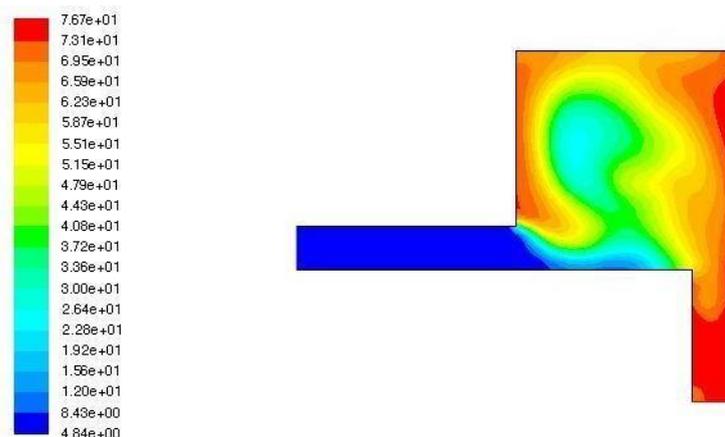


Figure 23 : contour de densité de l'essence

La condensation de l'essence se produit de manière significative dans certaines zones spécifiques du dispositif. Ces zones correspondent aux conditions où la température et la pression favorisent la condensation. La conception du dispositif influe sur la distribution de la densité. Les modifications géométriques peuvent être nécessaires pour optimiser le processus de condensation et améliorer l'efficacité du dispositif. La simulation aide à identifier les zones où la condensation est inefficace, permettant des ajustements pour améliorer la performance globale.

V.4 Conclusion

Le but était de créer une géométrie représentative pour simuler la condensation de l'essence. La simulation CFD réalisée avec Fluent en utilisant le modèle multiphasique mixture a permis de modéliser la condensation de l'essence dans un dispositif ajouté au pistolet de remplissage. La géométrie et le maillage optimisés ont permis d'obtenir une solution proche de la réalité. Les résultats montrent la distribution de la densité de l'essence, permettant de visualiser le processus de condensation et d'identifier les zones critiques. Le comportement des densités dans la simulation, nous indique que des condensations se forment à partir des vapeurs lancées à l'intérieur du prototype.

VI. Installation des Équipements

VI.1 Installation du Prototype

Le prototype de récupération de vapeur a été installé sur une pompe de la station-service sélectionnée. Les étapes clés de l'installation comprennent :

- **Positionnement des Composants** : Le pistolet équipé de la ventouse de collecte des vapeurs a été fixé correctement.
- **Installation des Tuyaux d'Évacuation** : Les tuyaux pour l'évacuation des condensats ont été installés pour transporter les liquides condensés vers un réservoir de récupération.

VI.2 Tests de Fonctionnalité

Une fois le prototype installé, des tests de fonctionnalité ont été réalisés pour vérifier l'efficacité du système :

- **Test de Collecte des Vapeurs** : Le pistolet a été utilisé pour remplir des réservoirs et une quantité de vapeurs a été collectées.
- **Analyse de Condensation** : Le système de condensation a été évalué pour s'assurer que les vapeurs collectées se condensaient correctement en phase liquide.
- **Évaluation de l'Évacuation** : Le processus d'évacuation des condensats a été vérifié pour garantir que le liquide était acheminé sans fuite vers le réservoir de récupération.

VI.3 Retour

Après les tests techniques on a pour identifier des améliorations potentielles :

- **Observations Initiales** : Les premiers retours ont souligné la nécessité d'ajuster certains composants pour améliorer l'étanchéité et l'efficacité de la collecte des vapeurs.
- **Ajustements Immédiats** : Des modifications mineures, telles que le renforcement des joints et l'ajustement de la pression dans les conduits, ont été réalisées sur place.

L'installation du prototype a permis de tester l'efficacité du système de récupération de vapeurs. Les résultats initiaux montrent une capacité prometteuse à réduire les émissions de COV, bien que des ajustements supplémentaires soient nécessaires pour optimiser la performance du dispositif. La collaboration avec des experts techniques et les retours continus permettront d'affiner le système et d'envisager une mise en œuvre plus large dans les stations-service.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit en détail le processus de dimensionnement, de schématisation, et d'implantation d'un système de récupération de vapeurs dans une station-service pilote. Les diagrammes et plans techniques fournis illustrent les différentes étapes et les éléments clés de la mise en œuvre. L'évaluation des performances a permis de mesurer l'efficacité du système installé et d'identifier les défis rencontrés. Les solutions apportées montrent comment optimiser le fonctionnement du dispositif et assurer sa durabilité.

Conclusion générale :

Ce mémoire a exploré de manière exhaustive les systèmes de récupération de vapeurs de carburant, en visant à réduire les émissions de composés organiques volatils (COV) dans les stations-service. Dans le premier chapitre, une revue approfondie de la littérature scientifique et technique a permis de situer notre étude dans le contexte global des avancées technologiques et des pratiques environnementales. Nous y avons examiné diverses technologies de récupération de vapeurs et leurs principes de fonctionnement, ainsi que les résultats obtenus à travers le monde.

Le deuxième chapitre s'est concentré sur les systèmes de récupération de vapeurs d'essence les plus couramment utilisés, en détaillant les technologies de stage 1 et stage 2. Nous avons analysé leurs avantages, inconvénients et performances en termes de réduction des émissions, tout en comparant différentes technologies pour identifier les solutions les plus adaptées aux conditions spécifiques de l'Algérie.

Dans le troisième chapitre, nous avons abordé les aspects techniques et les calculs nécessaires pour le dimensionnement des systèmes de récupération de vapeur. Cela comprenait les méthodes de calcul pour évaluer les quantités de vapeurs émises et récupérées, les paramètres influençant l'efficacité des systèmes. Ces calculs ont constitué une base essentielle pour la mise en œuvre pratique des dispositifs de récupération de vapeur.

Le quatrième chapitre a présenté le travail pratique réalisé, décrivant le processus de dimensionnement, de schématisation et d'implantation d'un système de récupération de vapeurs. Nous y avons inclus des plans techniques et une évaluation des performances du système installé. Les défis rencontrés et les solutions mises en œuvre pour optimiser le fonctionnement du dispositif ont également été discutés.

Ce mémoire démontre l'importance et la faisabilité de la récupération de vapeurs de carburant dans les stations-service pour réduire les émissions de COV. Les résultats obtenus soulignent les avantages environnementaux et les bénéfices économiques potentiels à long terme. Les travaux futurs devraient se concentrer sur l'optimisation continue des systèmes, la recherche de nouvelles technologies et matériaux, ainsi que l'adaptation des solutions aux différentes conditions locales pour maximiser l'efficacité et la durabilité des systèmes de récupération de vapeurs.

Références

1. **Sakurai, T., & Miyamoto, T.** "Advances in Vapor Recovery Systems for Gasoline Refueling." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 25, no. 2, 2012, pp. 319-327.
2. **Johnson, D.** "Comparative Study of Vapor Recovery Technologies." *Journal of Cleaner Production*, vol. 41, 2013, pp. 23-29.
3. **Smith, K., & Wang, L.** "Evaluating the Efficiency of Vapor Recovery Systems in Urban Areas." *Atmospheric Environment*, vol. 149, 2017, pp. 292-300.
4. **Pérez, R., & Martínez, A.** "Implementation of Phase I and Phase II Vapor Recovery Systems in Spain." *Energy Policy*, vol. 84, 2015, pp. 113-120.
5. **Zhang, X., & Liu, Y.** "Technological Developments in Gasoline Vapor Recovery." *Chemical Engineering Journal*, vol. 349, 2018, pp. 104-111.
6. **Lee, J., & Park, S.** "Economic and Environmental Benefits of Vapor Recovery Systems." *Journal of Environmental Management*, vol. 231, 2019, pp. 874-882.
7. **Columbia University Irving medical center**, Gasoline Vapor Emissions during Refueling
8. **Hensel, M.** "Vapor Recovery at Gasoline Dispensing Facilities." *Environmental Engineering Science*, vol. 27, no. 5, 2010, pp. 413-420.
9. **NESCAUM.** "Onboard Refueling Vapor Recovery Systems Analysis of Widespread Use.", 2007, p6.
10. **David L. Macintosh, Dee A. Hull, Howard S. Brightman, Yukio Yanagisawa, and P. Barry Ryan.** Environmental Science and Engineering Program, Department of Environmental Health, Harvard University School of Public Health, 1993.
11. EPA (2008). Gasoline Vapor Emission Factors for Nonroad Engine Modeling.
12. Lents, J. M. (1992). Comparison of Spill Frequencies and Amounts at Vapor Recovery and Conventional Service Stations in California.
13. CARB (2000). Enhanced Vapor Recovery Regulations.
14. James J. Morgester, Robert L. Fricker, G. Henry Jordan "Comparison of Spill Frequencies and Amounts at Vapor Recovery and Conventional Service Stations in California"
15. E.M.Liston, stanford reaserch institute, Procedures for Testing Vapor Recovery Systems at Service Stations"



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen

Business Model Canvas

BMC

Date de dépôt : 02/06/2024

N° de projet : FT-006

Faculté/Institut : Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen

Département : Génie mécanique

Nom du projet : Récupérateur vapeur essence

Encadrant : - BENMANSOUR Karim

Etudiant : - BENDIMERAD Anes

Année universitaire : 2023/2024

1- Proposition de valeur (Value Proposition) القيمة المقترحة

Proposition de valeur : Résolution des Problèmes des Clients

Émissions de Vapeurs de Carburant

Les stations-service en Algérie et dans d'autres régions font face à des pertes économiques et environnementales significatives dues à l'évaporation des vapeurs de carburant pendant le ravitaillement. Ces vapeurs non seulement représentent une perte de produit précieux mais contribuent également à la pollution de l'air. Notre dispositif de récupération de vapeurs est conçu pour capter ces émissions, réduisant ainsi les pertes et minimisant l'impact environnemental.

Conformité Réglementaire

Avec l'évolution rapide des réglementations environnementales, les stations-service doivent se préparer à respecter des normes de plus en plus strictes concernant les émissions de vapeurs. Notre dispositif permet aux stations-service de se conformer à ces exigences, tout en démontrant leur engagement envers la protection de l'environnement.

Sécurité et Santé Publique

Les vapeurs de carburant posent des risques pour la santé des travailleurs et des clients des stations-service. L'inhalation prolongée de ces vapeurs peut entraîner des problèmes de santé. En capturant et en éliminant ces vapeurs, notre dispositif améliore la qualité de l'air autour des stations-service, créant un environnement plus sûr et plus sain pour tous.

Perte Économique

Les vapeurs de carburant représentent une perte directe de produit pour les stations-service, affectant leur rentabilité. Notre dispositif permet de récupérer ces vapeurs, les transformant potentiellement en carburant utilisable, ce qui réduit les pertes économiques et améliore la rentabilité des stations-service.

Image de Marque et Responsabilité Sociale

Dans un contexte où les consommateurs sont de plus en plus soucieux de l'environnement, les entreprises doivent démontrer leur engagement envers la durabilité. En adoptant notre dispositif de récupération de vapeurs, les stations-service peuvent améliorer leur image de marque et montrer leur responsabilité sociale, attirant ainsi des clients sensibles aux enjeux environnementaux.

Innovation et Compétitivité

Dans un marché hautement concurrentiel. Notre dispositif représente une avancée technologique significative, offrant aux stations-service un avantage concurrentiel en leur permettant de se positionner comme des leaders en matière de durabilité environnementale.

Notre dispositif de récupération de vapeurs de carburant apporte des solutions efficaces à plusieurs problèmes critiques rencontrés par les stations-service, tout en offrant des avantages économiques, réglementaires et sociaux significatifs.



Notre dispositif de récupération de vapeurs de carburant répond à plusieurs besoins essentiels des stations-service :

- Réduction des coûts opérationnels et augmentation de la rentabilité.
- Conformité aux réglementations environnementales.
- Amélioration de la sécurité et de la santé des employés et des clients.
- Renforcement de la responsabilité environnementale et de l'image de marque.
- Accroissement de l'innovation et de la compétitivité.
- Optimisation de l'efficacité opérationnelle.

La différence de notre offre :

Absence de Concurrence Directe en Algérie

En Algérie, notre offre se distingue par l'absence de concurrents directs sur le marché local. Actuellement, les dispositifs de récupération de vapeurs de carburant ne sont pas couramment utilisés dans les stations-service algériennes, ce qui nous place en position de pionniers dans ce domaine.

Innovation Locale

Notre dispositif est conçu spécifiquement pour répondre aux besoins et aux conditions des stations-service en Algérie.

Support et Maintenance Locale

Nous offrons un support technique et un service de maintenance locaux, ce qui constitue un avantage considérable par rapport aux dispositifs importés. Les stations-service peuvent bénéficier d'une assistance rapide et efficace sans les délais et les coûts supplémentaires associés à l'importation de pièces de rechange ou à l'envoi de techniciens étrangers.

Coût de Mise en Place et de Maintenance Réduit

En évitant les coûts d'importation et en fournissant un produit localement fabriqué et entretenu, nous pouvons offrir notre dispositif à un prix plus compétitif. De plus, les frais de maintenance et de support technique sont réduits grâce à notre présence locale, ce qui constitue un avantage financier important pour les stations-service.

Adaptation et Flexibilité

Notre offre est flexible et peut être personnalisée pour répondre aux besoins spécifiques de chaque station-service. Nous allons travailler en étroite collaboration avec nos clients pour adapter le dispositif de récupération de vapeurs à leurs exigences particulières, ce qui est souvent plus difficile à réaliser avec des produits importés standardisés.

Engagement envers le Développement Durable

Nous nous engageons fermement envers le développement durable et la responsabilité environnementale en Algérie. En tant qu'acteurs locaux, nous avons un intérêt direct à promouvoir des pratiques respectueuses de l'environnement et à contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans notre pays. Ce niveau d'engagement est un atout unique par rapport aux fournisseurs internationaux.

Notre proposition unique de valeur se distingue par une approche locale et personnalisée, associée à une innovation technologique avancée et à un engagement environnemental fort. Cette combinaison unique offre aux stations-service algériennes une solution efficace, économique et durable pour la récupération des vapeurs de carburant, les positionnant avantageusement sur le marché tout en contribuant à la préservation de l'environnement.

2- Segments de clients (Customer Segment) : أنواع العملاء

Pour notre dispositif de récupération de vapeurs de carburant, les principaux clients en Algérie se concentrent autour des stations-service, gérées par des entités publiques et privées. Les deux principaux segments de clientèle sont les stations-service Sonatrach et les stations-service privées.

1. Stations-Service Sonatrach

Caractéristiques :

- Propriétaire et exploitant : Sonatrach, la compagnie nationale algérienne des hydrocarbures.
- Réseau étendu : Sonatrach possède et gère un vaste réseau de stations-service à travers tout le pays.
- Motivation principale : Améliorer les standards environnementaux, se conformer aux réglementations internationales et nationales, et promouvoir une image de durabilité.

Bénéfices pour les stations-service Sonatrach :

- Conformité aux normes environnementales : Alignement avec les réglementations internationales et nationales concernant la réduction des émissions polluantes.
- Réduction des pertes de carburant : Moins de pertes par évaporation, conduisant à des économies de carburant.
- Renforcement de l'image de marque : Amélioration de l'image publique de Sonatrach en tant que leader en matière de pratiques durables et responsables.

2. Stations-Service Privées

Caractéristiques :

- Propriétaires et exploitants : Individus ou entreprises privées opérant des stations-service.
- Variety of sizes : Les stations-service privées peuvent varier de petites stations locales à des réseaux plus étendus appartenant à des entreprises privées.
- Motivation principale : Réduire les coûts, augmenter la rentabilité, attirer une clientèle soucieuse de l'environnement et éviter les sanctions réglementaires.

Bénéfices pour les stations-service privées :

- Réduction des coûts : Diminution des pertes de carburant par évaporation, augmentant ainsi la rentabilité.
- Avantage concurrentiel : Attirer une clientèle consciente des enjeux environnementaux grâce à une image de station-service écologique.
- Conformité réglementaire : Éviter les amendes et les sanctions en se conformant aux futures réglementations environnementales potentielles.

Les stations-service Sonatrach et les stations-service privées représentent les principaux segments de clientèle pour notre dispositif de récupération de vapeurs de carburant. En répondant à leurs besoins spécifiques, notre dispositif offre des avantages significatifs en termes de réduction des coûts, de conformité réglementaire et de promotion de la durabilité environnementale.

3- Relation avec les clients (Consumer Relationships) : عالقة مع العمالء

Comprendre le type de relation que chaque segment de clients attend de nous est crucial pour offrir un service adapté et satisfaisant. Pour nos principaux segments de clients, à savoir les stations-service Sonatrach et les stations-service privées, les attentes en matière de relation client peuvent différer en fonction de leurs besoins spécifiques et de leurs motivations.

1. Stations-Service Sonatrach

Attentes principales :

- Support technique et maintenance : Étant donné la taille et l'importance du réseau Sonatrach, ces stations-service s'attendent à bénéficier d'un support technique fiable et réactif, ainsi que de services de maintenance réguliers pour assurer le bon fonctionnement des dispositifs de récupération de vapeurs.
- Partenariat stratégique : Sonatrach pourrait chercher une relation de partenariat à long terme, visant à intégrer nos solutions dans leurs opérations globales et à collaborer sur des projets de développement durable.
- Formation et éducation : Sonatrach s'attendrait à des programmes de formation pour leurs employés sur l'utilisation et la maintenance des dispositifs de récupération de vapeurs, assurant ainsi une utilisation optimale de notre technologie.
- Conformité et reporting : Assistance dans la conformité aux normes environnementales, y compris la fourniture de rapports réguliers sur l'efficacité des dispositifs et les économies réalisées.

2. Stations-Service Privées

- **Attentes principales :**
- Service après-vente : Les stations-service privées souhaitent un excellent service après-vente, incluant la résolution rapide des problèmes et la fourniture de pièces de rechange.
- Support personnalisé : Un support client personnalisé, capable de répondre rapidement aux demandes et aux besoins spécifiques de chaque station, est crucial pour les propriétaires de stations-service privées.
- Formation simplifiée : Programmes de formation concis et efficaces pour permettre aux propriétaires et employés de stations-service de comprendre rapidement le fonctionnement et l'entretien des dispositifs.
- Facilité de contact : Une communication facile et directe, avec des canaux clairs pour poser des questions et obtenir de l'aide, est essentielle pour maintenir une bonne relation avec les stations-service privées.
- Flexibilité et adaptabilité : Les propriétaires de stations-service privées recherchent une flexibilité dans les contrats de service et de maintenance, ainsi qu'une adaptabilité des solutions proposées pour répondre à leurs besoins spécifiques et évolutifs.



Les stations-service Sonatrach et les stations-service privées attendent de nous un support technique et une maintenance de qualité, des formations adaptées, une relation de partenariat ou personnalisée, et une assistance pour assurer la conformité aux normes environnementales. En répondant à ces attentes, nous pouvons établir des relations solides et durables avec nos clients, contribuant ainsi au succès et à l'adoption de nos dispositifs de récupération de vapeurs de carburant.

Actuellement, notre projet de dispositif de récupération de vapeurs d'essence en est encore à la phase d'étude. Nous n'avons pas encore établi de relations clients formelles, mais nous avons planifié des stratégies robustes pour garantir des relations positives et durables avec nos clients une fois le projet opérationnel. Stratégies prévues pour entretenir les relations avec nos clients :

1. Support Technique et Maintenance

Nous prévoyons de fournir un support technique complet et des services de maintenance réguliers pour assurer le bon fonctionnement des dispositifs de récupération de vapeurs de carburant.

Pratiques prévues :

- Hotline dédiée : Mettre en place une ligne d'assistance téléphonique disponible 24/7 pour répondre aux urgences et aux besoins immédiats des clients.
- Interventions sur site : Déployer des techniciens qualifiés pour intervenir rapidement sur site en cas de panne ou de dysfonctionnement.
- Maintenance préventive : Planifier des visites régulières de maintenance préventive pour vérifier et entretenir les équipements, réduisant ainsi les risques de pannes.

2. Formation et Éducation

Nous offrirons des programmes de formation pour les employés des stations-service, leur permettant de comprendre et de maîtriser l'utilisation et l'entretien des dispositifs de récupération de vapeurs.

Pratiques prévues :

- Sessions de formation initiale : Organiser des sessions de formation initiale lors de l'installation des dispositifs.
- Modules de formation en ligne : Développer des modules de formation en ligne pour un accès facile et une mise à jour continue des connaissances.
- Ateliers et séminaires : Organiser régulièrement des ateliers et séminaires pour approfondir les connaissances et répondre aux questions spécifiques des clients.

3. Relation Client Personnalisée

Nous établirons des relations personnalisées avec chaque client, en tenant compte de leurs besoins spécifiques et en adaptant nos services en conséquence.

Pratiques prévues :

- Gestionnaires de compte dédiés : Attribuer un gestionnaire de compte dédié à chaque client, servant de point de contact principal.
- Visites régulières : Planifier des visites régulières des gestionnaires de compte pour maintenir une communication ouverte et recueillir des feedbacks.
- Support proactif : Surveiller activement les performances des dispositifs et contacter les clients de manière proactive pour proposer des améliorations ou résoudre des problèmes potentiels.

4. Communication et Feedback

Nous maintiendrons une communication ouverte avec nos clients et encouragerons le feedback pour améliorer continuellement nos services.

Pratiques prévues :

- Enquêtes de satisfaction : Envoyer régulièrement des enquêtes de satisfaction aux clients pour évaluer leur expérience et identifier les domaines d'amélioration.
- Réunions de suivi : Organiser des réunions de suivi régulières pour discuter des performances des dispositifs et des besoins futurs des clients.
- Portail client en ligne : Développer un portail en ligne permettant aux clients de suivre l'état de leurs équipements, de consulter des documents techniques et de contacter le support.

Nous avons des plans détaillés pour garantir des relations positives et durables avec nos futurs clients. Nos stratégies incluent un support technique et une maintenance réactifs, des programmes de formation complets, une relation client personnalisée, et une communication ouverte pour le feedback. Ces pratiques nous permettront de répondre efficacement aux besoins de nos clients et de garantir leur satisfaction continue une fois le projet opérationnel.

4- قنوات التوزيع (Channels) Canaux de distribution

Comme notre dispositif vise un axe de client bien centré on utilisera une communication directe et un site web, il est essentiel de comprendre comment ces outils peuvent maximiser l'efficacité de notre distribution et comment mesurer leur impact :

Site Web

- **Optimisation pour les Moteurs de Recherche (SEO)** : Assurer que notre site web est bien référencé sur les moteurs de recherche pour attirer un maximum de trafic organique.
- **Expérience Utilisateur (UX)** : Offrir une interface utilisateur intuitive et réactive pour garantir une navigation fluide et un processus d'achat simplifié.
- **Contenu de Qualité** : Publier régulièrement du contenu pertinent et de haute qualité pour engager les visiteurs et améliorer le classement SEO.
- **Analyse Web** : Utiliser des outils d'analyse pour suivre le comportement des visiteurs, identifier les points de friction et améliorer continuellement le site.

Comprendre les canaux de communication préférés de notre principal client, Sonatrach, est essentiel pour établir des relations solides et promouvoir notre innovation dans le domaine de la récupération de vapeurs d'essence. Voici une analyse des canaux les plus efficaces pour atteindre Sonatrach et influencer le secteur privé :

1. Visites Directes chez Sonatrach

- Présentations en personne : Organiser des réunions et des présentations directement chez Sonatrach est crucial pour présenter notre innovation en détail. Ces rencontres permettent une interaction directe avec les décideurs clés et offrent l'opportunité de répondre immédiatement à leurs questions et préoccupations.



- Démonstrations sur Site : Proposer des démonstrations pratiques de notre dispositif de récupération de vapeurs d'essence directement sur les sites de Sonatrach renforce la crédibilité de notre produit et démontre son efficacité en situation réelle.

2. Utilisation des Réseaux d'Influence

- Réseaux Professionnels : Impliquer des experts de l'industrie et des acteurs influents dans notre réseau peut nous aider à obtenir des recommandations et des introductions auprès des décideurs de Sonatrach. Participer à des événements professionnels et à des forums d'experts peut également renforcer notre visibilité et notre crédibilité.
- Relations Gouvernementales : Collaborer avec des organismes gouvernementaux et des organisations de régulation peut faciliter la sensibilisation de Sonatrach à notre innovation. En plaidant pour des réglementations favorables à l'utilisation de dispositifs de récupération de vapeurs d'essence, nous pouvons encourager Sonatrach à adopter notre solution.

3. Lobbying pour des Lois sur le Marché des Stations-Service

- Plaidoyer et Sensibilisation : En collaborant avec des groupes de pression et des associations industrielles, nous pouvons plaider en faveur de lois et de réglementations qui rendent obligatoire l'utilisation de dispositifs de récupération de vapeurs d'essence dans les stations-service. Cela créera une demande accrue pour notre innovation et incitera Sonatrach et d'autres acteurs du secteur privé à investir dans notre solution.

En utilisant une combinaison de visites directes chez Sonatrach, d'engagement avec des réseaux d'influence et de lobbying pour des lois favorables, nous pouvons atteindre efficacement notre principal client et promouvoir l'adoption généralisée de notre innovation dans le domaine de la récupération de vapeurs d'essence. En mettant l'accent sur des canaux de communication stratégiques, nous pouvons influencer les décisions et façonner l'avenir du marché des stations-service en Algérie.

L'intégration de différents canaux de communication est essentielle pour offrir une expérience client cohérente et optimale. En combinant habilement les canaux en ligne et hors ligne, nous pouvons renforcer notre présence, maximiser notre portée et améliorer l'engagement des clients. Voici nos stratégies pour intégrer efficacement différents canaux :

1. Plateforme Omnicanale

- Création d'une Plateforme Numérique Centralisée : Mettre en place une plateforme en ligne centralisée qui offre une gamme complète d'informations sur notre innovation, des démonstrations vidéo aux guides d'installation. Cette plateforme servira de point d'ancrage pour nos efforts de marketing en ligne.



- Liens avec le Contact Direct : Sur cette plateforme, offrir des options pour prendre rendez-vous pour des démonstrations en personne ou des consultations téléphoniques. Cela permettra aux clients de passer facilement du monde numérique au contact direct, selon leurs préférences.

2. Marketing de Contenu Multicanal

- Création de Contenu Adapté à Chaque Canal : Développer du contenu spécifique à chaque canal, mais cohérent dans son message global. Des articles de blog informatifs, des vidéos démonstratives sur les médias sociaux et des brochures imprimées peuvent tous être utilisés pour communiquer les avantages de notre innovation.
- Utilisation de Témoignages et de Cas Clients : Incorporer des témoignages et des études de cas dans notre contenu pour illustrer l'impact positif de notre innovation sur les stations-service. Cela renforcera la crédibilité de notre offre et incitera davantage les clients potentiels à s'engager.

3. Suivi Personnalisé

- Suivi Individualisé : Après une démonstration en personne ou une consultation téléphonique, envoyer un suivi personnalisé par e-mail pour fournir des informations supplémentaires et répondre aux questions. Cela montre notre engagement envers chaque client et renforce leur confiance dans notre expertise.
- Intégration des Données Clients : Utiliser les données des interactions précédentes pour personnaliser davantage les communications futures. Par exemple, si un client a exprimé un intérêt pour une fonctionnalité spécifique, nous pouvons fournir des informations supplémentaires sur cette fonctionnalité dans nos futures communications.

En intégrant différents canaux de communication de manière stratégique, nous pouvons offrir une expérience client fluide, engageante et personnalisée. En utilisant une plateforme omnicanale, en développant du contenu adapté à chaque canal et en offrant un suivi personnalisé, nous pouvons maximiser notre impact marketing et accroître l'adoption de notre innovation par les stations-service en Algérie.

5- Partenaires clés (Key Partnerships) : الشراكة الرئيسية

Nos partenaires clés sont essentiels pour la réussite et la mise en œuvre efficace de notre innovation de récupération de vapeur d'essence dans les stations-service en Algérie. Voici les principaux partenaires sur lesquels nous comptons :

- **Stations-Service et Opérateurs Pétroliers** : Les stations-service, qu'elles soient gérées par Sonatrach ou par des entreprises privées, sont nos principaux partenaires commerciaux. Leur collaboration est indispensable pour installer et utiliser notre dispositif de récupération de vapeur d'essence, ce qui nécessite une coordination étroite et une adhésion à notre initiative environnementale.
- **Autorités Réglementaires et Gouvernementales** : Les organismes gouvernementaux et les autorités réglementaires sont des partenaires clés dans l'adoption de notre innovation. Leur soutien et leur engagement à intégrer des normes environnementales plus strictes dans le secteur des stations-service sont essentiels pour favoriser l'acceptation et la conformité à notre solution de récupération de vapeur d'essence.
- **Fournisseurs de Technologie** : Les fournisseurs de technologie jouent un rôle crucial dans le développement et la fourniture des équipements nécessaires à la récupération efficace des vapeurs d'essence. Nous travaillons en partenariat avec ces fournisseurs pour garantir que notre dispositif répond aux normes de qualité et de performance les plus élevées.
- **Associations Industrielles et Environnementales** : Les associations industrielles et environnementales sont des partenaires importants dans la sensibilisation et la promotion de notre initiative. Leur soutien peut nous aider à établir des normes sectorielles et à promouvoir les avantages environnementaux de notre solution auprès des acteurs de l'industrie et du grand public.
- **Institutions Académiques et de Recherche** : Les institutions académiques et de recherche peuvent fournir un soutien technique et scientifique pour valider l'efficacité de notre innovation et explorer de nouvelles avenues pour améliorer notre dispositif de récupération de vapeur d'essence. Leur expertise peut également contribuer à renforcer la crédibilité de notre initiative.

En collaborant étroitement avec ces partenaires clés, nous pouvons surmonter les défis et maximiser les opportunités pour introduire avec succès notre innovation de récupération de vapeur d'essence dans le secteur des stations-service en Algérie, contribuant ainsi à la préservation de l'environnement et à la durabilité économique.

Pour aligner nos intérêts avec ceux de nos partenaires, nous pouvons adopter les approches suivantes :

- Établir des Objectifs Communs
- Communication Transparente
- Partage Équitable des Ressources et des Risques
- Co-développement et Innovation
- Contrats et Accords Clairs
- Évaluations et Ajustements Réguliers

En adoptant ces approches, nous pouvons aligner nos intérêts avec ceux de nos partenaires, renforcer notre collaboration et maximiser les bénéfices mutuels.

6-Activités clés (Key Activities): الأنشطة الرئيسية:

Actions Principales pour Livrer Notre Proposition de Valeur :

1. Recherche et Développement (R&D)

- Investir dans la recherche et le développement pour concevoir et améliorer le dispositif de récupération de vapeurs d'essence. Cela inclut la création de prototypes, la réalisation de tests de performance et l'optimisation des technologies existantes.

2. Obtention de Certifications et Conformité Réglementaire

Assurer que nos dispositifs respectent les normes techniques et environnementales. Cela implique de passer par des processus de certification et de se conformer aux réglementations locales et internationales.

3. Production

Mettre en place des processus de fabrication efficaces pour produire les dispositifs à grande échelle tout en maintenant des standards élevés de qualité.

4. Stratégie Marketing et Commercialisation

Développer et exécuter une stratégie marketing pour promouvoir nos dispositifs auprès des stations-service. Cela inclut la création de matériels promotionnels, la participation à des salons professionnels, et l'utilisation de canaux de marketing digital.

5. Développement de Partenariats Stratégiques

Établir des partenariats avec des acteurs clés de l'industrie, tels que les fournisseurs de carburant, les fabricants d'équipements, et les autorités réglementaires.

6. Service Après-Vente et Support Technique

Fournir un service après-vente de qualité et un support technique pour aider les clients à installer, utiliser et entretenir nos dispositifs. Cela inclut des formations, des guides techniques et une assistance continue.

7. Sensibilisation et Éducation des Clients

Informier et éduquer les clients sur les avantages environnementaux et économiques de l'utilisation de dispositifs de récupération de vapeurs d'essence.

8. Surveillance et Évaluation de la Performance

Mettre en place des systèmes de surveillance pour suivre la performance de nos dispositifs et recueillir des données pour améliorer continuellement nos produits.

En mettant en œuvre ces actions, nous pouvons assurer que notre proposition de valeur est efficacement livrée à nos clients, en maximisant les avantages environnementaux et économiques de nos dispositifs de récupération de vapeurs d'essence.

Opérations Essentielles pour Notre Entreprise

1. Production

- Mise en place et gestion des lignes de production pour fabriquer les dispositifs.
- Contrôle de qualité rigoureux pour garantir la fiabilité et la durabilité des produits.
- Gestion des relations avec les fournisseurs pour assurer l'approvisionnement en matières premières et composants.



- Obtention des certifications nécessaires pour se conformer aux normes environnementales et techniques locales et internationales.
- Surveillance des évolutions réglementaires pour rester en conformité avec les nouvelles législations.

3. Marketing et Vente

- Développement et mise en œuvre de stratégies marketing pour promouvoir les dispositifs.
- Formation d'équipes de vente pour assurer la commercialisation efficace des produits.
- Participation à des salons professionnels et événements de l'industrie pour augmenter la visibilité.

4. Service Client et Support Technique

- Fourniture d'un service après-vente et d'un support technique pour les clients.
- Mise en place de formations et de ressources pédagogiques pour aider les clients à utiliser et entretenir les dispositifs.

5. Gestion de Partenariats

- Établissement et maintien de partenariats stratégiques avec des acteurs clés de l'industrie, y compris Sonatrach et les stations-service privées.
- Collaboration avec les autorités réglementaires pour promouvoir l'adoption des dispositifs et influencer les politiques publiques.

6. Logistique et Distribution

- Gestion de la chaîne d'approvisionnement pour assurer la livraison efficace des dispositifs aux clients.
- Coordination des entrepôts, des stocks et des expéditions pour optimiser les opérations de distribution.

7. Finances et Administration

- Gestion financière, y compris la budgétisation, la comptabilité et la gestion des flux de trésorerie.
- Administration générale, y compris les ressources humaines et la gestion des opérations quotidiennes.

En menant à bien ces opérations essentielles, notre entreprise peut non seulement développer et offrir des dispositifs de récupération de vapeurs d'essence de haute qualité, mais aussi assurer une adoption réussie et durable de ces technologies par les stations-service en Algérie.

Activités qui Créent le Plus de Valeur pour Nos Clients

1. Développement de Technologies Innovantes

- **Description :** Investir dans la recherche et le développement pour créer des dispositifs de récupération de vapeurs d'essence à la pointe de la technologie.
- **Valeur pour le Client :** Offre des solutions efficaces et avancées qui répondent aux besoins de réduction des émissions et de conformité réglementaire. Développement de dispositifs avec des taux de récupération de vapeurs optimisés et une intégration facile dans les infrastructures existantes des stations-service.

2. Certification et Conformité

- **Description** : Obtention des certifications et conformités nécessaires pour assurer que les dispositifs respectent les normes locales et internationales.
- **Valeur pour le Client** : Réduit les risques de non-conformité réglementaire et les amendes potentielles, garantissant une tranquillité d'esprit aux opérateurs de stations-service.

En assurant que les dispositifs de récupération de vapeurs sont certifiés par les organismes de réglementation algériens et internationaux pertinents.

3. Installation et Support Technique

- **Description** : Fournir des services d'installation professionnels et un support technique continu pour garantir le bon fonctionnement des dispositifs.
- **Valeur pour le Client** : Facilite l'adoption et l'utilisation des nouvelles technologies sans interruptions majeures des opérations de la station-service.

4. Formation et Éducation

- **Description** : Proposer des programmes de formation pour les opérateurs de stations-service sur l'utilisation et l'entretien des dispositifs.
- **Valeur pour le Client** : Assure une utilisation correcte et efficace des dispositifs, maximisant ainsi les avantages environnementaux et économiques.

5. Personnalisation des Solutions

- **Description** : Adapter les solutions de récupération de vapeurs d'essence aux besoins spécifiques de chaque station-service.
- **Valeur pour le Client** : Offre des solutions sur mesure qui répondent aux particularités des différentes installations et configurations de stations-service.

6. Marketing et Promotion

- **Description** : Mener des campagnes de sensibilisation et de marketing pour promouvoir les avantages de l'adoption de dispositifs de récupération de vapeurs.
- **Valeur pour le Client** : Aide les stations-service à se positionner comme des leaders environnementaux, attirant ainsi une clientèle soucieuse de l'environnement.

7. Gestion de la Relation Client

- **Description** : Maintenir une communication proactive et des relations solides avec les clients pour assurer leur satisfaction et fidélité.
- **Valeur pour le Client** : Assure une réponse rapide aux problèmes et questions, augmentant la satisfaction et la confiance des clients.

En utilisant des systèmes de gestion de la relation client (CRM) pour suivre les interactions avec les clients et répondre rapidement à leurs besoins.

8. Suivi et Amélioration Continue

- **Description** : Suivre la performance des dispositifs de récupération de vapeurs et recueillir des feedbacks pour apporter des améliorations continues.
- **Valeur pour le Client** : Garantit que les dispositifs restent efficaces et adaptés aux évolutions technologiques et réglementaires.

En concentrant nos efforts sur ces activités, nous maximisons la valeur offerte à nos clients, les aidant ainsi à adopter des technologies de récupération de vapeurs d'essence de manière efficace et rentable, tout en contribuant à la protection de l'environnement.

7. Ressources clés (Key resources): الموارد الرئيسية:

Actifs Matériels, Immatériels et Humains Essentiels

1. Actifs Matériels

- **Équipements de Récupération de Vapeurs d'Essence :**
- Description : Dispositifs physiques installés dans les stations-service pour capturer et recycler les vapeurs d'essence.
- Importance : Cœur de notre offre technologique, ces équipements sont essentiels pour la mise en œuvre de notre solution.
- **Infrastructure Logistique et de Maintenance :**
- Description : Véhicules de service, outils de diagnostic, et pièces de rechange pour l'installation et l'entretien des dispositifs.
- Importance : Assure le bon fonctionnement et la maintenance des dispositifs installés, minimisant les interruptions de service.
- **Bureaux et Installations de Recherche et Développement :**
- Description : Lieux où sont conçus, testés et améliorés nos dispositifs de récupération de vapeurs.
- Importance : Facilite l'innovation continue et le développement de nouvelles solutions.

2. Actifs Immatériels

- **Propriété Intellectuelle :**
- Description : Brevets, marques déposées, et droits d'auteur sur nos technologies et méthodes de récupération de vapeurs d'essence.
- Importance : Protège nos innovations et nous confère un avantage concurrentiel sur le marché.
- **Expertise et Connaissances Techniques :**
- Description : Savoir-faire en matière de conception, d'installation, et de maintenance des dispositifs de récupération de vapeurs.
- Importance : Assure la qualité et l'efficacité de nos solutions, et nous positionne comme des leaders dans notre domaine.
- **Relations Clients et Réputation :**
- Description : Relations établies avec des clients et des partenaires, et notre image de marque sur le marché.
- Importance : Favorise la confiance et la fidélité des clients, et aide à attirer de nouveaux prospects.
- **Conformités et Certifications :**
- Description : Certifications obtenues pour nos dispositifs et procédés, assurant leur conformité avec les normes environnementales et réglementaires.
- Importance : Garantit la légitimité et la reconnaissance de nos solutions sur le marché.

3. Actifs Humains

- **Équipe de Recherche et Développement :**
- Description : Ingénieurs et techniciens spécialisés dans la conception et l'innovation des dispositifs de récupération de vapeurs.
- Importance : Moteur de notre innovation et de notre capacité à améliorer continuellement nos solutions.
- **Équipe de Maintenance et Support Technique :**
- Description : Techniciens et spécialistes chargés de l'installation, de la maintenance, et du support technique sur le terrain.
- Importance : Assure que nos dispositifs fonctionnent de manière optimale et que les clients reçoivent le support nécessaire.
- **Équipe de Vente et de Marketing :**
- Description : Professionnels chargés de la promotion de nos produits et services, et de l'établissement de relations avec les clients.
- Importance : Crucial pour la génération de leads, la conversion de prospects en clients, et la communication des avantages de nos solutions.
- **Équipe de Gestion des Relations Clients :**
- Description : Responsables de la gestion des relations avec les clients existants, assurant leur satisfaction et leur fidélité.
- Importance : Maintient une relation positive avec les clients, favorisant les renouvellements de contrats et les recommandations.

En combinant efficacement ces actifs matériels, immatériels et humains, nous sommes en mesure de fournir des solutions de récupération de vapeurs d'essence de haute qualité, d'innover en permanence, et de maintenir des relations solides et durables avec nos clients.

Outils, Technologies et Partenariats Essentiels pour le Succès

1. Outils et Technologies

- **Technologies de Récupération de Vapeurs d'Essence :**
- Systèmes de Captage et de Condensation : Technologies avancées pour capturer et condenser les vapeurs d'essence.
- Systèmes de Filtration et de Purification : Assurent que les vapeurs récupérées sont transformées en carburant utilisable ou traitées de manière écologique.
- Capteurs et Systèmes de Surveillance : Capteurs pour surveiller en temps réel les niveaux de vapeur, les performances des dispositifs et les éventuelles fuites.
- Logiciels de Gestion et d'Analyse des Données : Outils pour analyser les performances des dispositifs, prévoir les besoins de maintenance et optimiser l'efficacité.
- **Outils de Maintenance et de Support :**
- Kits de Maintenance : Outils et pièces de rechange nécessaires pour l'entretien régulier des dispositifs.
- Applications de Suivi de Maintenance : Logiciels pour planifier, suivre et gérer les opérations de maintenance.



- Plateformes de Support Client : Systèmes de gestion des tickets de support, bases de connaissances et outils de communication avec les clients.

2. Partenariats Stratégiques

- **Fournisseurs de Technologie :**
- Fournisseurs de Composants : Entreprises spécialisées dans les composants nécessaires pour nos dispositifs de récupération (matériaux, pompes, filtres, capteurs).
- Partenaires en R&D : Collaboration avec des instituts de recherche et des universités pour développer et tester de nouvelles technologies.
- **Partenaires de Distribution :**
- Distributeurs Locaux : Entreprises locales pouvant faciliter la distribution et l'installation de nos dispositifs dans les stations-service.
- Réseaux de Stations-Service : Partenariats avec des réseaux de stations-service, comme Sonatrach et les stations privées, pour une adoption à grande échelle.
- **Partenaires Financiers :**
- Investisseurs : Capital-risque, fonds d'investissement ou subventions gouvernementales pour financer le développement et l'expansion.
- Institutions Financières : Banques et institutions de crédit pour offrir des options de financement aux stations-service intéressées par nos dispositifs.

3. Ressources Humaines et Expertise

- **Équipe d'Ingénieurs et de Techniciens :**
- Ingénieurs en Environnement et en Énergie : Spécialistes pour concevoir, tester et améliorer nos dispositifs.
- Techniciens de Maintenance : Personnel qualifié pour installer, entretenir et réparer les dispositifs de récupération de vapeur.
- **Consultants et Experts en Réglementation :**
- Experts en Conformité Réglementaire : Conseillers pour s'assurer que nos dispositifs respectent toutes les normes locales et internationales.
- Consultants en Développement Durable : Spécialistes pour intégrer des pratiques durables et optimiser l'impact environnemental de nos solutions.

En combinant ces outils, technologies et partenariats, nous pouvons garantir le succès et la durabilité de notre entreprise, tout en répondant efficacement aux besoins de nos clients et en soutenant la transition vers des pratiques plus écologiques dans le secteur des carburants.

Principaux Avantages Concurrentiels de Nos Ressources

1. Expertise Personnelle et Encadrement

- **Connaissance Approfondie du Sujet :**
- Je possède une solide compréhension des technologies de récupération de vapeurs d'essence, ce qui me permet de concevoir des solutions efficaces et adaptées aux besoins du marché algérien.

2. Flexibilité et Agilité

- **Adaptabilité :**
- En tant qu'entrepreneur individuel, j'ai la capacité de prendre des décisions rapidement et de m'adapter aux changements du marché et aux nouvelles opportunités.
- Cette agilité me permet de réagir efficacement aux feedbacks des clients et de peaufiner mon produit en fonction des besoins spécifiques des stations-service.

3. Focus et Dévouement

- **Engagement Total :**
- Mon dévouement à ce projet garantit que chaque aspect du développement est soigneusement considéré et optimisé pour maximiser les chances de succès.
- Le fait de travailler étroitement avec un encadreur permet une attention personnalisée à chaque détail, assurant la qualité et l'efficacité du produit final.

4. Innovation et Originalité

- **Approche Innovante :**
- Ma capacité à innover dans un marché où il n'existe pas encore de solutions locales me place en avant-garde. Je peux proposer des technologies adaptées spécifiquement aux conditions et aux besoins du marché algérien.
- **Première Entrée sur le Marché :**
- Être le premier à introduire un système de récupération de vapeurs d'essence en Algérie me confère un avantage significatif, car j'établis les normes et les attentes pour cette technologie.

5. Réduction des Coûts Initiaux

- **Opérations à Faible Coût :**
- En démarrant seul avec un encadreur, je maintiens les coûts initiaux bas, ce qui permet d'allouer des ressources plus efficacement et de minimiser les dépenses non essentielles.
- **Optimisation des Ressources :**
- Cette structure lean me permet de maximiser chaque investissement, en utilisant des outils et des technologies qui offrent le meilleur retour sur investissement.

6. Potentiel de Croissance et Expansion

- **Préparation pour l'Expansion :**
- Je suis positionné pour croître en établissant d'abord une base solide avec des solutions prouvées avant d'étendre l'équipe et les opérations pour répondre à une demande accrue.
- **Stratégie de Développement :**
- En prenant les dispositions nécessaires pour la future expansion, je pourrais planifier de manière proactive l'infrastructure et les ressources humaines nécessaires pour soutenir une croissance durable.

En conclusion, les principaux avantages concurrentiels de mes ressources reposent sur mon expertise personnelle et l'encadrement qualifié, l'agilité et la flexibilité, de mon engagement total, mon approche innovante, mes opérations à faible coût, et mon potentiel de croissance. Ces atouts me permettent de développer et de mettre en œuvre des solutions de récupération de vapeurs d'essence de manière efficace, avec une préparation stratégique pour une future expansion.

1) Charges et coûts (Coste structure) : التكاليف

Coûts Fixes et Variables Associés à Notre Modèle Économique

1. Coûts Fixes

Les coûts fixes sont des dépenses récurrentes indépendantes de notre niveau de production ou de vente. Ils incluent :

- **Salaires et Honoraires** : 35000da/mois
- **Équipe Technique** : Salaires ou honoraires pour les personnes impliquées dans le développement, l'optimisation et la gestion du projet.
- **Location et Utilitaires** :
- **Bureau et Espace de Recherche** : Loyer pour l'espace de travail et les laboratoires.
- **Services Publics** : Factures d'électricité, d'eau, d'internet, et de téléphone.
- **Développement et Maintenance des Technologies** :
- **Infrastructure IT** : Coûts pour les serveurs, les logiciels et les systèmes de gestion de données.
- **Maintenance des Équipements** : Entretien régulier des dispositifs de récupération de vapeurs d'essence.
- **Assurances** : 100000da/an
- **Assurances Responsabilité** : Protection contre les risques associés à l'exploitation des équipements dans les stations-service.
- **Marketing de Base** :
- **Stratégies de Sensibilisation** : Coûts pour les campagnes de sensibilisation et les matériels promotionnels de base.
- **Conformité et Réglementation** :
- **Frais Juridiques** : Coûts associés à la conformité aux lois locales et internationales.
- **Audits et Inspections** : Coûts pour les audits périodiques et les inspections réglementaires.

2. Coûts Variables

Les coûts variables fluctuent en fonction de notre niveau de production et de vente. Ils incluent :

- **Production des Dispositifs** :
- **Matériaux** : Coûts des matières premières nécessaires à la fabrication des récupérateurs de vapeur. Aluminium 20000da/8m²
- **Fabrication** : Coûts de production, y compris la main-d'œuvre et l'utilisation des machines. 8000da/Piece
- **Distribution et Logistique** : véhicule commercial 4000000da
- **Transport** : Coûts de livraison des dispositifs aux stations-service.
- **Stockage** : Coûts d'entreposage des dispositifs avant leur distribution.
- **Marketing et Ventes** :
- **Publicité et Promotions** : Coûts pour les campagnes de marketing spécifiques et les promotions.

- **Commissions de Vente** : Commissions payées aux représentants ou aux distributeurs.
- **Support Client** :
- **Service Après-Vente** : Coûts liés à l'assistance technique et au service après-vente.
- **Formation** : Coûts pour la formation des clients et du personnel des stations-service à l'utilisation des dispositifs.
- **R&D Continue** : 200000da/an
- **Innovation et Amélioration** : Coûts pour les projets de recherche continue et d'amélioration des dispositifs.
- **Événements et Conférences** :
- **Participation à des Événements** : Frais pour assister ou organiser des conférences, des expositions et des salons industriels.

Les coûts fixes de notre modèle économique couvrent les salaires, les frais de location et les utilitaires, le développement technologique, les assurances, le marketing de base, et les frais de conformité. Les coûts variables incluent la production, la distribution, le marketing et les ventes, le support client, la R&D continue, et la participation à des événements. La gestion efficace de ces coûts est cruciale pour garantir la viabilité et la rentabilité de notre projet de récupération de vapeurs d'essence.

Coûts les Plus Importants pour Notre Entreprise

1. **Recherche et Développement (R&D)**
 - **Innovation Technologique** : Investissement dans la conception, le prototypage, et l'amélioration des dispositifs de récupération de vapeurs d'essence.
 - **Tests et Validation** : Coûts liés aux essais de performance et aux certifications nécessaires pour assurer la conformité aux normes environnementales et de sécurité.
2. **Production et Fabrication**
 - **Matières Premières** : Achat des matériaux nécessaires pour la fabrication des dispositifs.
 - **Fabrication et Assemblage** : Coûts de la main-d'œuvre, des machines, et des processus de production.
3. **Distribution et Logistique**
 - **Transport** : Coûts de transport pour acheminer les dispositifs aux stations-service.
 - **Stockage** : Coûts d'entreposage des dispositifs avant leur distribution.
4. **Marketing et Vente**
 - **Publicité et Promotions** : Coûts associés aux campagnes de marketing pour promouvoir les dispositifs auprès des stations-service et des acteurs du secteur.
 - **Événements et Salons** : Participation à des salons professionnels et organisation d'événements pour démontrer la technologie.
5. **Personnel et Salaires**
 - **Équipe Technique et R&D** : Salaires des ingénieurs, chercheurs, et techniciens impliqués dans le développement et l'amélioration des dispositifs.
 - **Équipe Commerciale** : Salaires des commerciaux et des représentants chargés de la vente et de la relation client.

6. Conformité et Réglementation

- **Frais Juridiques** : Coûts pour s'assurer de la conformité avec les réglementations locales et internationales.
- **Audits et Inspections** : Coûts pour les audits de conformité et les inspections réglementaires nécessaires pour maintenir les certifications.

7. Maintenance et Suivi

- **Entretien des Équipements** : Coûts pour la maintenance régulière des dispositifs de récupération de vapeurs installés dans les stations-service.
- **Support Technique** : Coûts associés au service après-vente et à l'assistance technique pour les clients.

8. Infrastructure Technologique

- **Systèmes IT** : Investissements dans les infrastructures informatiques pour gérer les opérations, les données clients, et les systèmes de contrôle.
- **Sécurité des Données** : Coûts pour assurer la sécurité des données et la protection des informations sensibles.

Les coûts les plus importants pour notre entreprise sont concentrés dans la recherche et développement, la production et fabrication, la distribution et logistique, ainsi que le marketing et les ventes. Les salaires du personnel, la conformité réglementaire, la maintenance des équipements, et l'infrastructure technologique représentent également des dépenses significatives. Gérer ces coûts de manière efficace est crucial pour assurer la viabilité financière et le succès à long terme de notre projet de récupération de vapeurs d'essence.

Réduction des Coûts et Amélioration de l'Efficacité

1. Optimisation de la Recherche et Développement (R&D)

- a) **Partenariats avec Universités et Instituts de Recherche** : Collaborer avec des institutions académiques pour partager les coûts de recherche et bénéficier de subventions ou de financements publics.
- b) **Utilisation de Modèles de Simulation** : Employer des technologies de simulation pour réduire le nombre de prototypes physiques nécessaires et accélérer le développement.

2. Amélioration de la Production et Fabrication

- a) **Automatisation des Processus** : Investir dans des technologies d'automatisation pour réduire les coûts de main-d'œuvre et augmenter la précision et la vitesse de production.
- b) **Achats en Volume** : Négocier des contrats d'achat en gros pour les matières premières afin d'obtenir des réductions de coûts.

3. Efficacité Logistique

- c) **Optimisation des Routes de Transport** : Utiliser des logiciels de gestion logistique pour optimiser les itinéraires de livraison et réduire les coûts de carburant et de transport.

d) **Regroupement des Expéditions** : Combiner les envois de plusieurs commandes pour réduire les coûts de transport et maximiser l'utilisation des capacités de stockage.

4. Stratégies de Marketing et de Vente Rentables

a) **Marketing Digital** : Prioriser les campagnes de marketing digital (SEO, médias sociaux, publicité en ligne) qui sont souvent plus rentables et mesurables que les méthodes traditionnelles.

b) **Programmes de Référencement et Parrainage** : Mettre en place des programmes de parrainage ou de recommandation pour encourager les clients actuels à attirer de nouveaux clients à moindre coût.

5. Rationalisation du Personnel et des Salaires

a) **Formation Polyvalente** : Former les employés à être polyvalents afin de maximiser leur utilisation et réduire le besoin de personnel supplémentaire.

b) **Contrats à Durée Déterminée** : Utiliser des contrats à durée déterminée ou des travailleurs temporaires pour des besoins saisonniers ou des projets spécifiques.

c) Réduction des Coûts de Conformité et Réglementation

d) **Audits Internes** : Réaliser des audits internes réguliers pour identifier et résoudre les problèmes de conformité avant qu'ils ne deviennent coûteux.

e) **Technologies de Surveillance** : Utiliser des technologies de surveillance et de gestion pour suivre et garantir la conformité en temps réel, réduisant ainsi le risque de pénalités.

6. Maintenance et Suivi Proactifs

a) **Maintenance Préventive** : Mettre en place des programmes de maintenance préventive pour éviter les pannes coûteuses et prolonger la durée de vie des équipements.

b) **Suivi à Distance** : Utiliser des technologies de suivi à distance pour surveiller les performances des équipements et intervenir avant que des problèmes majeurs ne surviennent.

7. Optimisation de l'Infrastructure Technologique

a) **Cloud Computing** : Migrer vers des solutions de cloud computing pour réduire les coûts d'infrastructure IT et bénéficier de l'évolutivité et de la flexibilité du cloud.

b) **Sécurité Informatique Intégrée** : Mettre en place des solutions de sécurité intégrée pour réduire les risques de cyberattaques et les coûts associés à la gestion des violations de données.

La réduction des coûts et l'amélioration de l'efficacité opérationnelle peuvent être atteintes par une série de stratégies ciblées allant de l'optimisation des processus de R&D et de production, à l'amélioration de la logistique et du marketing, en passant par la gestion intelligente des ressources humaines et la modernisation de l'infrastructure technologique. En mettant en œuvre ces initiatives, nous pouvons non seulement réduire les dépenses, mais aussi accroître la compétitivité et la rentabilité de notre entreprise.

7- Revenus (Revenue): مصادر الدخل:

L'analyse des options disponibles pour les pistolets de carburant en Algérie révèle plusieurs facteurs clés influençant les décisions d'achat, notamment le coût, la réglementation, et les besoins d'installation.

Options de Pistolets de Carburant

1. Pistolet Standard :

- **Coût** : 499 euros= 72654 da
- **Caractéristiques** : Modèle courant sans système de récupération de vapeur
- **Usage** : Conformité avec les installations actuelles, aucune nouvelle installation requise

2. Pistolet avec Récupération de vapeur :

- **Coût** : 750 euros=109200 da
- **Caractéristiques** : Équipé d'un système de récupération de vapeur, réduit les émissions de COV
- **Réglementation** : Pas de réglementation en Algérie obligeant l'utilisation de tels dispositifs actuellement
- **Installation** : Nécessite des modifications substantielles des installations existantes

3. Modèles Chinois à Bas Coût (99 euros) :

- **Coût** : 99 euros=14414 da
- **Caractéristiques** : Option moins chère, mais perçue comme de moindre qualité
- **Usage** : Rarement utilisés en Algérie, probablement en raison de préoccupations sur la durabilité et la fiabilité

Disposition des Clients à Payer

Les clients de stations-service en Algérie sont susceptibles de considérer plusieurs aspects lorsqu'ils décident des produits ou services pour lesquels ils sont prêts à payer :

1. Coût Initial vs. Avantages à Long Terme :

- **Pistolet Standard** : À 72654da, ces pistolets représentent un choix viable sans besoin de modifications des infrastructures existantes. Les clients peuvent préférer cette option pour sa simplicité et son coût initial plus bas.
- **Pistolet avec Récupération de Vapeur** : Bien que coûtant 109200 da environ et nécessitant de nouvelles installations, ces pistolets peuvent offrir des avantages environnementaux significatifs. Cependant, l'absence de réglementation en Algérie peut limiter leur adoption.

2. Réglementation et Conformité :

- En l'absence de réglementation stricte en Algérie, l'incitation à adopter des pistolets avec récupération de vapeur est faible. Les entreprises ne sont pas légalement tenues de réduire les émissions de COV, ce qui influence fortement leur disposition à investir dans des équipements plus coûteux.

3. Perception de la Qualité et de la Fiabilité :

- **Modèles Chinois à Bas Coût** : À 14414 da, ces modèles présentent une option économiquement attrayante. Cependant, leur faible adoption suggère des préoccupations quant à leur fiabilité et leur durée de vie. Les clients préfèrent investir dans des produits plus coûteux mais perçus comme plus fiables et durables.

4. **Adaptation aux Infrastructures Existantes :**

- **Facilité d'Implémentation :** Les pistolets standards sont compatibles avec les infrastructures actuelles des stations-service, évitant ainsi les coûts et les tracas des nouvelles installations nécessaires pour les pistolets avec récupération de vapeur. Les clients algériens de stations-service sont prêts à payer pour des produits qui équilibrent coûts initiaux raisonnables, fiabilité, et simplicité d'installation. Les pistolets standards à 72654 da répondent à ces critères et sont donc une option populaire. En revanche, les pistolets avec récupération de vapeur, bien que bénéfiques pour l'environnement, sont moins attrayants en l'absence de réglementation contraignante et en raison des coûts additionnels d'installation. Les modèles chinois à bas coût, malgré leur prix attractif, ne parviennent pas à s'imposer en raison de préoccupations sur leur qualité et leur durabilité.

1. Quels sont les différents moyens par lesquels nous pouvons générer des revenus ?

1. **Vente de Matériel**

a. **Pistolets de Carburant**

- **Standards :** Vendre des pistolets standards.
- **Avec Récupération de Vapeur :** Proposer des pistolets avec récupération de vapeur, ciblant des clients soucieux de l'environnement ou anticipant des réglementations futures.

b. **Équipements Connexes**

- **Systèmes de Condensation et Collecteurs :** 30000da
Offrir des systèmes de condensation et des collecteurs pour compléter les pistolets avec récupération de vapeur.
- **Composants et Pièces de Rechange :** Vente de pièces de rechange et de composants supplémentaires pour les systèmes de récupération de vapeur.

2. **Services d'Installation et de Maintenance**

a. **Installation**

- **Nouveaux Systèmes :** Proposer des services d'installation pour les nouveaux systèmes de récupération de vapeur, incluant les modifications nécessaires aux infrastructures existantes.
- **Mise à Niveau :** Offrir des services pour mettre à niveau les systèmes existants afin de les rendre compatibles avec les nouvelles technologies de récupération de vapeur.

b. **Maintenance**

- **Contrats de Maintenance :** Proposer des contrats de maintenance régulière pour garantir le bon fonctionnement et la longévité des équipements.
- **Réparations :** Offrir des services de réparation pour les pistolets de carburant et les systèmes de récupération de vapeur.

3. **Consultation et Expertise**

a. **Audits Environnementaux**

- **Évaluations de Conformité :** Réaliser des audits pour évaluer la conformité des stations-service aux normes environnementales et recommander des améliorations.

b. **Formation**

- **Programmes de Formation** : Offrir des programmes de formation pour le personnel des stations-service sur l'utilisation et l'entretien des systèmes de récupération de vapeur.

4. Partenariats et Collaborations

a. Partenariats avec Fabricants

- **Accords de Distribution** : Établir des accords de distribution avec des fabricants de pistolets de carburant et d'équipements de récupération de vapeur pour offrir des produits de haute qualité.

b. Collaborations avec Autorités Réglementaires

- **Projets Pilotes** : Collaborer avec les autorités locales pour développer et tester des projets pilotes de récupération de vapeur, ce qui pourrait mener à des subventions ou des financements publics.

5. Solutions Intégrées

a. Pack Complet

- **Offres Groupées** : Proposer des packs complets incluant le pistolet de carburant, le système de récupération de vapeur, et les services d'installation et de maintenance à un tarif préférentiel.

b. Technologie de Surveillance

- **Systèmes de Surveillance** : Intégrer des systèmes de surveillance pour suivre les performances des équipements et garantir une efficacité optimale.

6. Economie future pour les stations-services :

Supposons une station-service qui distribue 100 000 litres d'essence par mois. Le facteur de volatilité moyen des vapeurs d'essence est de 0,02g/l et le système de récupération de vapeurs a une efficacité de 85%.

Données :

$$Vd=100,000\text{litres}$$

$$Fv=0,02\text{litres de vapeur/litre de carburant}$$

$$EVR=0,85$$

En utilisant le modèle de calcul des pertes :

$$P=100,000 \times 0,02 \times 0,85$$

$$P=1700\text{litres}$$

Donc, les pertes de vapeurs d'essence pour cette station-service sont estimées à 300 litres par mois.

Prix du litre en Algérie 45.62da

$$Economie=P*Pu=45.62*1700=77554\text{da}$$

Pour structurer notre modèle de tarification, nous devons prendre en compte les coûts des produits, les services offerts, et les attentes du marché. Voici une proposition détaillée de notre modèle de tarification :

1. Tarification des Services

- **Installation de Systèmes de Récupération de Vapeur** : 75000 da, incluant les modifications nécessaires des infrastructures
- **Installation système récupérateur de vapeurs** : 30000da
- **Maintenance et Réparation**
- **Contrats de Maintenance** :
- **Basique** : 5000 da par mois pour maintenance préventive
- **Avancé** : 15000 da par mois incluant maintenance préventive et intervention rapide en cas de panne
- **Services de Réparation** : Tarification horaire à 400 da/heure, plus coût des pièces

2. Consultation et Expertise

- **Audits Environnementaux**
- **Coût** : 30000 da par audit, incluant rapport complet et recommandations
- **Formation du Personnel**
- **Sessions de Formation** : 10000 da par employé pour une formation de 4 heures

3. Solutions Intégrées

- **Pack Complet (Pistolet avec Récupération de Vapeur, Installation et Maintenance)**
- **Prix** : 100000 da
- **Justification** : Offre groupée avec une réduction pour encourager l'adoption de la technologie de récupération de vapeur
- **Technologie de Surveillance et Analyse**
- **Systèmes de Surveillance** da pour l'équipement initial, plus 4000da par mois pour l'accès aux données et aux rapports analytiques

Stratégies de Tarification

1. **Tarification Basée sur la Valeur** : Fixer les prix en fonction de la valeur perçue par les clients, notamment les avantages environnementaux et économiques des systèmes de récupération de vapeur.
2. **Tarification Concurrentielle** : Comparer régulièrement nos prix avec ceux de la concurrence pour rester attractifs tout en maintenant des marges bénéficiaires saines.
3. **Tarification de Pénétration** : Pour les nouveaux produits ou services, proposer initialement des prix inférieurs pour encourager l'adoption, puis augmenter progressivement une fois la part de marché consolidée.
4. **Réductions et Offres Spéciales** : Offrir des réductions pour les achats en gros, les contrats de maintenance à long terme, ou les packs combinés pour stimuler les ventes et fidéliser les clients.

En appliquant ce modèle de tarification, nous pouvons maximiser nos revenus tout en répondant aux besoins et aux attentes de nos clients, et en nous adaptant aux spécificités du marché algérien.

Business Model Canevas : BMC

Partenaires clés Key Partnerships

الشراكة الرئيسية

- Associations écologiques & environnements
- Institution de recherches : privées & universitaire
- SONATRACH
- Associations industrielles & pétrolières

Activités clés Key Activities

النشطة الرئيسية

- R & D
- SAV
- production
- Distribution & montage
- Certification

Ressources clés Key resources

الموارد الرئيسية

- bureaux
- matériaux
- logistique de transport & fourniture de bureaux
- Actifs humains

Proposition de valeur Value Proposition

القيمة المقترحة

Un dispositif de réduction des émissions de vapeur d'essence conforme et rentable, alliant innovation et efficacité, sur un marché vierge vers un développement durable, conciliant économie et écologie.

Relation clients Consumer Relationship

علاقة مع العملاء

Un support technique flexible, combiné à une maintenance conforme et une formation continue, favorise la sensibilisation et l'engagement des réseaux d'influence.

Segment client Customer Segment

انواع العملاء

SONATRACH
Station-services privées

Canaux de distribution Channels

قنوات التوزيع

Site web
Plateforme multicanal

Coûts Coste structure

التكاليف Local

- : atelier + bureau : 35000da/mois
- : aluminium : 800da/pièce
- Matériaux**
- Actifs humains** : forger + soudeur : 6000da/pièce
- Fourniture bureau** : 10000da
- Locomotion** : véhicule commercial : 4000000da
- Matériel** : 100000da
- R et D** : 200000da/an
- Divers** : 200000da/an

Canaux de distribution Channels

قنوات التوزيع

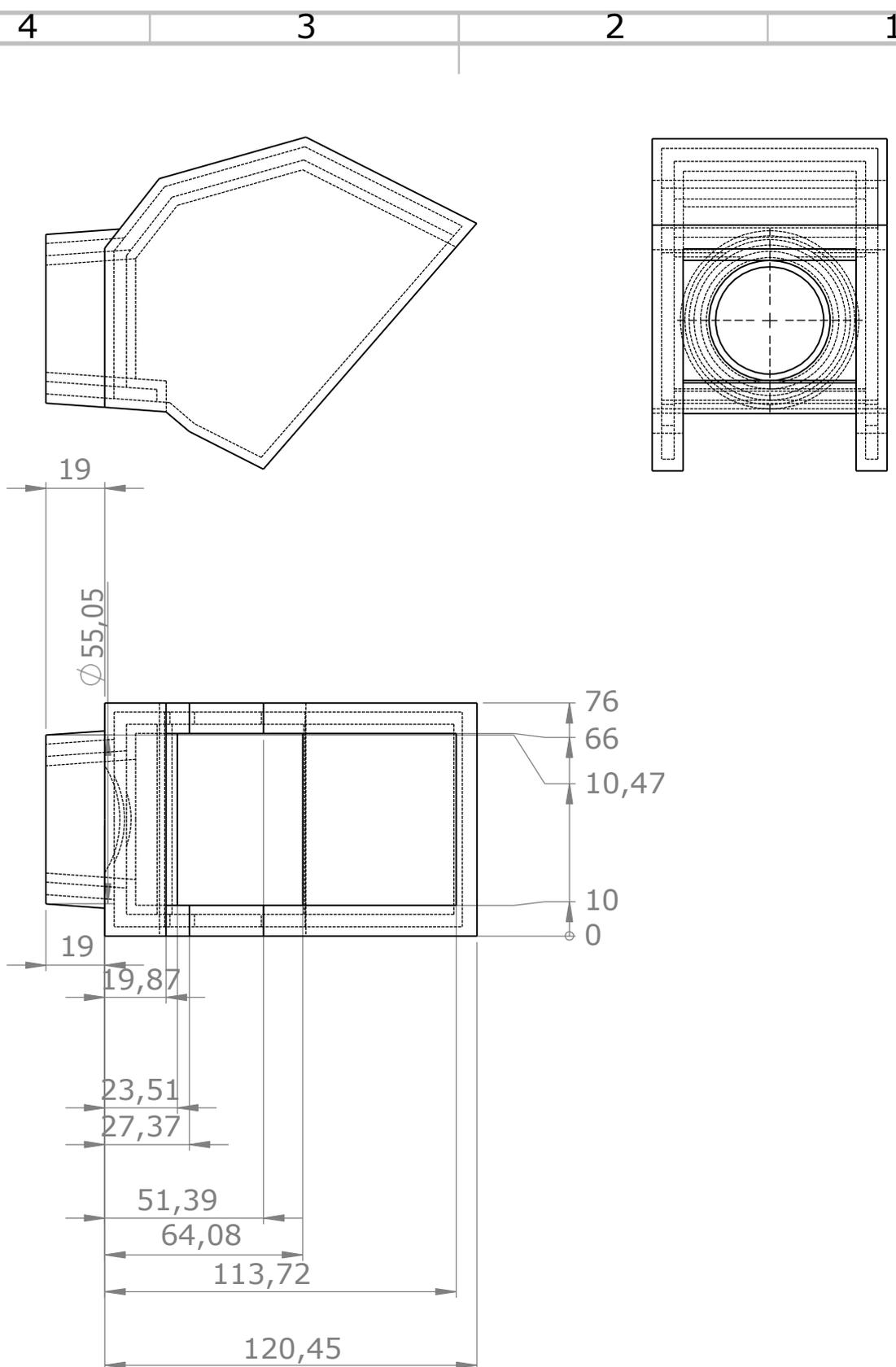
- Installation système récupérateur de vapeurs** : 30000da
- Installation de pistolet de Récupération de Vapeur** : 75000 da
- Contrats de Maintenance** : Basique : 5000da Avancé : 15000da
- Services de Réparation** : Tarification horaire à 400 da/heure
- Consultation et Expertise**
- Audits Environnementaux**
- Coût** : 30000 da. **Sessions de Formation personnel** : 10000 da



جامعة أبو بكر بلقايد

ⵜⴰⵎⴰⵏⵜ ⵏ ⵓⵎⵓⵔ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵏⵜ ⵏ ⵙⵓⵎⵓⵔ

UNIVERSITY OF TLEMCEEN



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
 LES COTES SONT EN MILLIMETRES
 ETAT DE SURFACE:
 TOLERANCES:
 LINEAIRES:
 ANGULAIRES:

FINITION:

CASSER LES
 ANGLES VIFS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

NOM	SIGNATURE	DATE
AUTEUR: bendimerad		
VERIF. anes		
APPR.		
FAB.		
QUAL.		
MATERIAU: aluminium		
MASSE:		

TITRE: **corps de récupération**

No. DE PLAN: **corps a plat**

ECHELLE: 1:2

FEUILLE 1 SUR 1

A4