



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 أمحمد بوقرة بومرداس
Université M'Hamed Bougara de Boumerdes
كلية المحروقات والكيمياء
Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie



Département Génie des Procédés Chimiques et Pharmaceutiques

Mémoire de fin d'études en vue d'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Génie des Procédés

Option : Hygiène Sécurité et Environnement

Thème

**Evaluation des impacts environnementaux du procédé de
séparation de GPL par la méthodologie de l'analyse de cycle
de vie (ACV)**

Présenté par :

BOUZEBOUDJA Sara

MALEK Celina

Encadré par :

Mme F.BENRAHOU

Remerciements

Nous tenons à remercier avant tout Allah le tout-puissant de nous avoir donné le courage et les moyens nécessaire d'accomplir ce modeste travail en vue d'obtenir notre diplôme

Ce travail n'aurait pu aboutir sans une réelle collaboration et un échange d'idées entre tous ceux qui y ont participé ; nous tenons ici à les remercier.

Nos vifs remerciements s'adressent, en premier lieu, à **Mme F.BENRAHOU** qui a bien voulu nous encadrer. Elle nous a laissé libre de choisir les directions vers lesquelles notre travail s'est orienté et la manière de l'aborder; elle a toujours su nous témoigner une grande confiance et elle nous a conseillé et encouragé aux moments décisifs.

Nous sommes très reconnaissantes à l'ensemble du personnel de la faculté des Hydrocarbures et de la chimie et spécialement **Mme F.Younsi** qui nous a beaucoup aidé pour l'utilisation du logiciel SimaPro.

Nous exprimons nos plus sincères remerciements à tout l'ensemble du personnel du complexes GP1/Z surtout ceux du département Hygiène Sécurité et Environnement spécialement **Mme A.Dekhili** et **Mr N.BOUABDELLAH LARIBI**.

A toutes et à tous nous leurs disons **merci**.

Dédicaces

À mon cher frère **Anis** « Que Dieu garde son âme dans son vaste paradis »

Ces mots ne peuvent pas décrire à quel point tu me manques et à quel point j'ai envie que tu sois à mes côtés aujourd'hui mon chéri, je t'aimerai pour toujours.

À ma mère

Je ne saurai point te remercier comme il se doit pour ton soutien, ton amour et pour l'éducation digne que tu m'as donné. Je t'aime maman

À mon père

Tu es et tu seras toujours mon exemple dans la vie, tu as tourné la nuit en jour juste pour m'assurer les bonnes conditions. Je t'aime papa.

À «mama Zahra» et «Manou»

Vous avez été toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, que Dieu vous garde pour moi.

À ma famille

Merci pour tout l'amour et l'affection que m'avez donné tout au long de ma vie.

À ma copine et ma binôme « Celina »

Merci pour tous les moments de joie qu'on a pu créer au long de ce parcours.

À mes chères copines « Sabrina » et « Hania »

Vous êtes les meilleures copines que j'ai jamais eu, que Dieu nous garde l'une pour l'autre.

Aux meilleures personnes que j'ai pu rencontrer durant ce parcours « Noura », « Besma », « Rayane », « Zinou », « Abdou », « Kader », « Oussama », « Abderahmane »

Je suis très heureuse d'avoir des amis comme vous, merci pour tous les sourires que vous avez pu dessiner sur mon visage, je vous souhaite tout le bonheur du monde.

Sara

Dédicaces

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien, et leur prière tout au long de mes études. Je ne vous remercierai jamais assez pour tout.

*À ma chère grande sœur **Tinhinan** qui a toujours été à mes côtés, et qui n'a jamais cessé de me soutenir.*

*À mon cher grand frère **Amazigh** pour son soutien et son encouragement depuis toujours*

*À mon cher **Mehdi** qui a été toujours là pour moi à me donner de la force et de la motivation pendant les moments dont j'en avais vraiment besoin*

*À ma chère Binôme et copine **Sara**, pour sa patience et son soutien morale avec qui j'ai vécu tout les moments de joie et de peine durant tout ce parcours et à toute sa famille*

*À mes chères copines **L'aldja, Amina, Celina, Ouissem et Hadjer** qui ont toujours été présentes pour moi*

*À mes chers amis de la promo H17 **Besma, Rayane, Nora, Abderrahmen, Abdelilah et Kader** pour tout les bons moments qu'on a vécu ensemble durant cette année*

À toute personne m'ayant soutenu de près ou de loin.

Celina

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	11
I.1 Introduction.....	14
I.2 Présentation du complexe GP1/Z.....	14
I.2.1 Historique	14
I.2.2 Objet du complexe GP1/Z.....	14
I.3 Principales installations du complexe	15
I.4 Situation géographique et voisinage du complexe GP1/Z	15
I.4 - Organisation du complexe	16
I.5-Fiche technique du complexe GP1/Z.....	17
I.5.2 Zone utilités	20
I.5.3 Zone stockage et chargement	21
I.5.4 Installations de Contrôle et sécurité	22
I.5.5 Annexes	22
I.5.6 Ressources Humaines.....	23
I.6 Département de Sécurité	23
I.6.1 Service Prévention.....	23
I.6.1.1 Section animation :	23
I.6.1.2 Section contrôle et suivi des travaux	24
I.6.1.3 Section Etude des Risques HSE (en cours de staffing) :	24
I.6.2 Service Intervention :	24
I.6.2.1 Section Intervention.....	24
I.6.2.1 Section Equipement	24
I.7 Règlementation et Communication en HSE GP1Z.....	24
II.1 Introduction	27
II.2 Historique de l'ACV	27
II.3 Analyse du cycle de vie	28

II.3.1 Définition de l'analyse du cycle de vie	28
II.3.2 Principe et caractéristique de l'analyse de cycle de vie	28
II.3.3 Cadre normatif de l'ACV	30
II.3.4 Méthodologie d'une ACV	30
II.3.4.1 Définition des objectifs et du champ de l'étude	31
II.3.5 Analyse de l'inventaire du cycle de vie	34
II.3.5.1 Définition	34
II.3.5.2 Présentation	34
II.3.5.3 Etapes de l'inventaire	35
II.3.6 Evaluation des impacts sur l'environnement	37
II.3.6.1 Définition d'un impact	38
II.3.6.2 Les étapes de l'évaluation des impacts	38
II.3.7 Interprétation et améliorations	39
II.3.8 Multidisciplinarité	40
II.3.9 Portée et limites de l'ACV	40
II.3.10 Des exemples d'application de l'ACV dans le domaine pétrolier	42
II.4 Le logiciel SimaPro	43
II.4.1 Définition du logiciel sima pro	43
II.4.2 Bases de données et méthodes de calcul mises à disposition avec SimaPro	44
II.4.3 Principe de modélisation avec SimaPro	45
II.5 Conclusion	46
III.1 Introduction	48
III.2 Description du process	48
III.2.1 Définition du GPL	48
III.2.2 L'origine des GPL	49
III.2.3 Section procès	49
III.2.3.1 Section de stockage de GPL	49
III.2.3.2 Section déshydratation	50
III.2.3.3 Section de séparation	52
III.2.4 Section de Réfrigération :	57
III.2.5 Section d'huile chaude	58
III.3 Application de l'ACV	59
III.3.1 Objectifs et champ de l'étude	59

III.3.2 Unité fonctionnelle	59
III.3.3 Définition du système étudié	59
III.3.4 Frontières du système	60
III.3.5 Réalisation de l'inventaire :	61
III.4 Présentation des données utilisées.....	61
III.4.1 GPL.....	61
III.4.2 Propane	61
III.4.3 Butane	61
III.4.4 L'énergie électrique	61
III.4.5 Définition de la quantité de chaleur	61
III.5 Conclusion.....	62
IV.1 Introduction	64
IV.2 Données d'entrée.....	64
IV.3 Evaluation des impacts.....	65
IV.3.1 Résultats de la simulation pour les trois trains	65
IV.3.1.1 Premier train	65
IV.3.1.2 Deuxième train.....	67
IV.3.1.3 Troisième train.....	69
IV.3.2 Interpretation des résultats.....	71
IV.3 Conclusion et recommandations	72
Conclusion générale	74

Liste des figures

Figure I.1: situation géographique du complexe GP1/Z.

Figure I.2: Organigramme du complexe GP1/Z.

Figure I.3: Plan du complexe GP1/Z.

Figure I.4: zone procédé.

Figure II.1: Procédure de calcul de l'inventaire (Tiré d'ISO 14 044, 2006).

Figure II.2: Les 4 étapes de l'ACV selon les normes ISO 14040 et 14044.

Figure III.2: schéma représentatif des étapes de SimaPro.

Figure III.1: Représentation de la section stockage de la charge GPL.

Figure III.2: schéma représentatif de la Section déshydratation.

Figure III.3: schéma représentatif de la section séparation.

Figure III.4: schéma représentatif du Fractionnateur.

Figure III.5: Schéma représentatif du Dééthaniseur.

Figure III.6: schéma représentatif du Dépenthaneur.

Figure III.7: schéma représentatif de la Section Réfrigération.

Figure III.8: schéma représentatif de la Section d'huile chaude.

Figure III.9: schéma représentatif du système et ses frontières.

Figure IV.1: graphe(1) représentatif des résultats de la simulation pour le premier train (butane).

Figure IV.2: récapitulation des résultats du graphe(1).

Figure IV.3: graphe(2) représentatif des résultats de la simulation pour le premier train (propane).

Figure IV.4: récapitulation des résultats du graphe (2).

Figure IV.5: graphe(3) représentatif des résultats de la simulation pour le deuxième train (butane).

Figure IV.6: récapitulation des résultats du graphe (3).

Figure IV.7: graphe(4) représentatif des résultats de la simulation pour le deuxième train (propane).

Figure IV.8:récapitulation des résultats du graphe (4).

Figure IV.9:graphe(5) représentatif des résultats de la simulation pour le troisième train (butane).

Figure IV.10:récapitulation des résultats du graphe (5).

Figure IV.11: graphe(6) représentatif des résultats de la simulation pour le troisième train (propane).

Figure IV.12:récapitulation des résultats du graphe (6).

Liste des tableaux

Tableau IV.1: Données utilisées pour le premier train.

Tableau IV.2: Données utilisées pour le deuxième train.

Tableau IV.3: Données utilisées pour troisième train.

Liste d'abréviations

ACV: Analyse du cycle de vie.

UNEP : United Nations Environment Programme.

GES: Gaz à Effet de Serre.

UF: Unité fonctionnelle.

ICV: Inventaire du Cycle de vie.

PP: Polypropylène.

GPL: Gaz Pétrole Liquéfié.

GN: Gaz Naturel.

Introduction générale

A l'heure actuelle, la protection de l'environnement prend une place de plus en plus importante dans les débats politiques à l'échelle mondiale. Le changement climatique, les problèmes de gestion des déchets, la déforestation et la perte de biodiversité provoquent l'inquiétude de l'opinion publique. Progressivement, au cours des dernières décennies des mesures ont été adoptées dans les pays industrialisés pour répondre à ces préoccupations. Ces mesures visent à réduire les effets négatifs du développement industriel via le développement durable, c'est-à-dire, un mode de développement qui concilie les aspects économiques, sociaux et environnementaux pour répondre aux besoins de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins.

Le développement des activités humaines s'accompagne le plus souvent d'impacts sur l'environnement. Compte tenu des capacités limitées de la planète à subir ces impacts, il est nécessaire d'encadrer le développement futur de la société humaine afin d'en minimiser les impacts négatifs sur l'environnement.

Réduire les impacts négatifs de l'activité humaine est la responsabilité de tous les acteurs qui participent à la motivation et à l'organisation de systèmes de produits (gouvernements, consommateurs et industries). Les entreprises en particulier ont la plus grande part de responsabilité, parce qu'à la fois elles structurent les modes de consommations, et elles génèrent par leurs cahiers des charges les modes de production. Aujourd'hui les entreprises subissent des pressions de la part des clients, de la concurrence et de la législation, les incitant ainsi, à s'impliquer dans les efforts environnementaux, et prendre des actions concrètes et durables.

Parmi les solutions mises de l'avant à ce jour, l'analyse du cycle de vie se présente comme la méthode la plus prometteuse puisqu'elle permet d'évaluer globalement l'impact environnemental d'un produit ou d'un procédé et de proposer des solutions d'amélioration sans risquer de déplacer le problème. En effet, l'ACV fait appel un vaste champ de compétences et des besoins matériels et techniques spécifiques.

L'objectif de ce mémoire est d'analyser les impacts environnementaux du procédé de séparation du GPL au niveau du complexe GP1/Z à l'aide du logiciel SimaPro.

Notre mémoire est subdivisé en quatre chapitres. Après une introduction générale, nous avons consacré le chapitre 1 à la présentation du complexe GP1/Z. Dans le chapitre 02, une première

partie présente la méthode ACV et une deuxième partie est consacré à la présentation du logiciel SimaPro. Dans ce chapitre nous expliquons les différentes étapes de l'ACV et nous donnons une introduction du logiciel SimaPro.

Le chapitre 3 est dédié à la description du process étudié et à l'application de l'ACV.

L'analyse et l'interprétation des résultats de la simulation à l'aide du logiciel SimaPro sur le procédé de séparation du GPL sont résumés dans le chapitre 4.

CHAPITRE I

I.1 Introduction

Le sud Algérien possède des richesses naturelles, parmi lesquelles nous citons les réserves en hydrocarbures d'où la présence d'une large gamme de produits relatifs aux gisements de pétrole et gaz. Pour la séparation de ces produits et de leurs dérivés, notre pays a investi des sommes colossales dont la nécessité est d'acquiescer et installer ces grands complexes de traitement qui sont répartis en plusieurs unités comme c'est le cas du complexe GP1/Z.

I.2 Présentation du complexe GP1/Z

I.2.1 Historique

Le complexe GP1/Z fait partie des six complexes de liquéfaction appartenant à l'activité (AVAL) de l'entreprise nationale SONATRACH. Il est situé entre la centrale thermoélectrique de Mersa EL Hadjaj à l'Est et les complexes de GNL à l'Ouest et qui s'étend sur une superficie de 120 hectares. Il a été construit avec le concours d'un consortium Japonais IHI - ITOCHU dans le cadre d'un contrat clé en main, en trois phases de construction, la première a été réceptionnée le 02 septembre 1984, la deuxième phase le 20 novembre 1998 et la troisième phase le 24 Février 2010.

En 1983 le complexe disposait de quatre trains de traitement GPL qui lui permettait de produire 4.8 millions de tonnes par an et suite à une acquisition de deux trains supplémentaires (extension du complexe en 1998) cette production a augmenté pour atteindre 7,2 millions de tonnes par an. Après le démarrage de la troisième phase, la production est estimée à 10,8 millions de tonnes par an.

Le complexe a pour objectif, le traitement d'une charge GPL Brut en provenance des différents champs situés au Sud Algérien afin de produire du Propane et Butane destinés au marché national et international, il est dénommé JUMBO-GPL pour ses grandes capacités de production.

I.2.2 Objet du complexe GP1/Z

L'importance (Objectif) du complexe construit dans la zone industrielle d'Arzew a pour objectif le traitement du GPL venant de plusieurs sources du sud algérien (Hassi Messaoud, Hassi R'mel) pour la production des gaz « **Propane** » et « **Butane** » liquéfiés.

Le complexe GP1/Z est dénommé JUMBO-GPL pour ces grandes capacités de production.

I.3 Principales installations du complexe

Les principales installations du complexe GP1/Z sont :

- 09 Trains de traitement du GPL.
- 02 unités de liquéfaction des boil-off.
- 22 Sphères de stockage de la charge d'alimentation de 1000 m³ chacune.
- 04 Bacs de stockage de propane basse température de 70000 m³ chacune.
- 03 Bacs de stockage de butane basse température de 70000 m³ chacune.
- 01 Bacs de stockage de bupro basse température de 70000 m³
- 04 Sphères de stockage de produits ambiants (propane et Butane) de 500m³ chacune.
- 01 Sphères de stockage gazoline de 500 m³.
- Unité de démercurisation.
- 05 salles de contrôle.
- 01 Station électrique alimentée par SONELGAS.
- 04 Générateurs assurant l'énergie de secours du complexe.
- 02 Quais de chargement pouvant recevoir des navires d'une capacité variante entre 4000 et 5000 tonnes.
- Une rampe de chargement de camions.
- Une station de pompage d'eau de mer.
- Un système de télésurveillance.

I.4 Situation géographique et voisinage du complexe GP1/Z

Le complexe GP1Z est situé sur le littoral de l'ouest algérien, à 40KM approximativement de la ville d'Oran et à 8KM de la ville d'Arzew.

Le complexe est de superficie de 120 hectares, est situé dans la zone industrielle d'Arzew; entre le centre thermique marsa el hadjadj de la coté est et à la côté ouest est les complexes GNL de liquéfaction du gaz naturel.

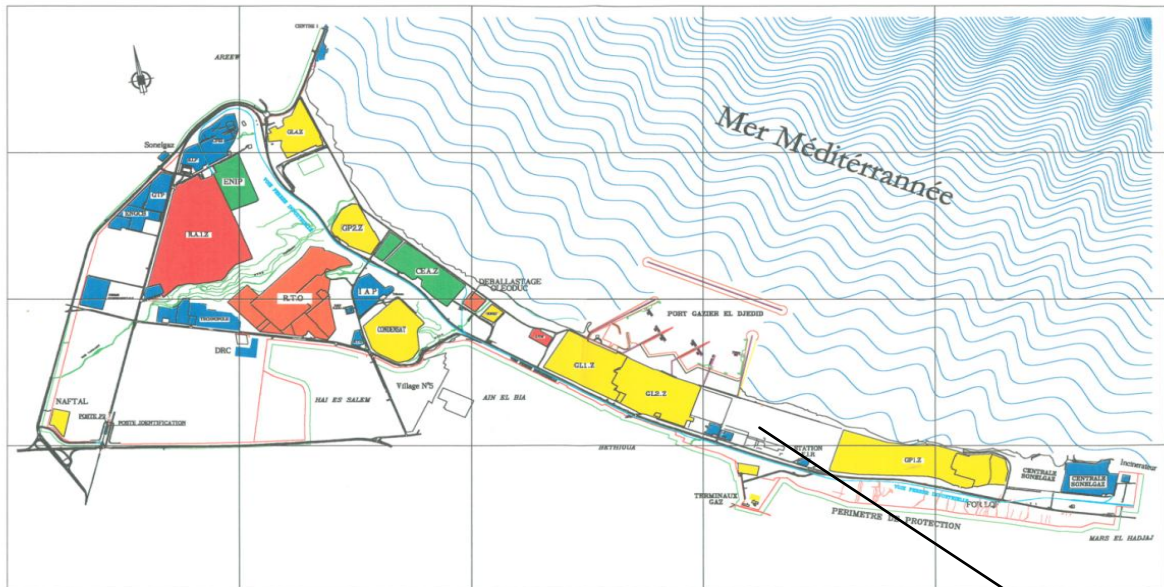


Figure I.1 : situation géographique du complexe GP1/Z.

GP1/Z

I.4 - Organisation du complexe

La description des structures nous permet de connaître la situation géographique, l'effectif, les objectifs et le rôle de chaque département. Cela nous amène à connaître tout le fonctionnement du complexe GP1/Z.

Le complexe GP1/Z est géré suivant un organigramme bien déterminé de façon à bien maîtriser les tâches, il est composé d'une direction générale, deux sous direction, des départements de contrôle, comme le montre l'organigramme suivant qui nous renseigne sur le fonctionnement du complexe GP1/Z :

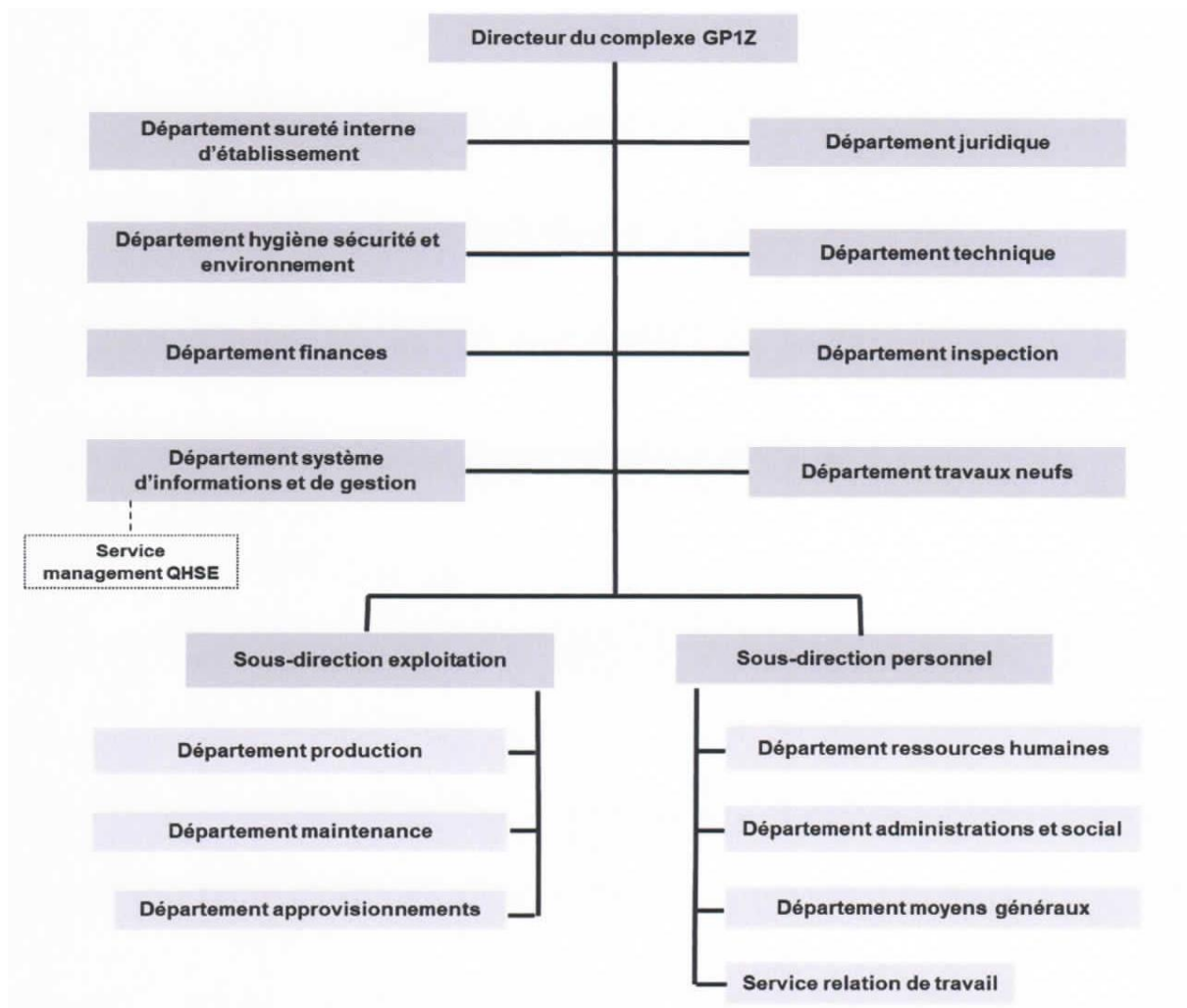


Figure 1.2 : Organigramme du complexe GP1/Z.

I.5-Fiche technique du complexe GP1/Z

Le complexe a pour mission la production du GPL (Propane et Butane) commerciaux destinée aussi bien au marché national qu'au marché international.

- **Raison Sociale** : Complexe GP1Z
- **Superficie** : 120 hectares.
- **Effectifs** : 777 agents.
- **Objectif** : 10.8 Mt/an de GPL.
- **Produits** :
 - Propane Commercial
 - Butane Commercial
- **Procédé Utilisé** : Distillation sous pression.
- **Nombre de Trains** : Neuf (09) trains de 1,2 Mt /an chacun.

- **Constructeur** : Consortium japonais IHI (Ishikawajima Arima Heavy Industries) et C. ITOH Compagnies.
- **Date de démarrage des travaux** : 10 Novembre 1980
- **Date de Mise en Production du premier train Phase I** : 12 Décembre 1983.
- **Date de Mise en Production du premier train Phase II** : 24 février 1998.
- **Date de Mise en Production du premier train Phase III** : 12 février 2010.
- **Enlèvements** : Deux quais de chargement recevant navire des Gaz Pétrolier Liquéfier d'une capacité de 3 000 à 50 000 tonnes de GPL (D1, M6)
- **Une rampe de chargement par camions** : Six (06) camions.
- **Destination de la Production** : Exportation et Marché national.
- **Source d'Approvisionnement** : Gaz en provenance des champs gaziers du sud algérien.
- **Capacité de stockage** :
 - Vingt-deux (22) Sphères de Stockage de la charge : 22 000 m³.
 - Quatre (04) Bacs de Stockage de propane réfrigéré : 280 000 m³.
 - Quatre (04) Bacs de Stockage du butane réfrigéré : 280 000 m³.
 - Quatre (04) sphères, une (01) de propane et trois (03) de butane ambiants : 500 m³ et 1500 m³.
 - Une (01) Sphère de stockage pentane : 500 m³
- **9 trains de traitement du GPL dont trois nouvellement installés**
- **02 unités de récupération des vapeurs de propane et butane** (BOG propane et BOG butane).
- **Section dépentanisations pour les trois trains de la phase III.**
- **Section démercurisation**
- **02** stations électriques assurent l'alimentation du complexe via SONELGAS.
- **05** salles de contrôle.
- **06** générateurs de secours
- **02** quais de chargement (D1 et M6) pouvant recevoir des navires d'une capacité variant entre 4 000 et 45 000 tonnes du propane et butane.
- **01** rampe de chargement de camions.
- **01** station d'eau de mer.
- unité de déshuilage.

- **01** unité de neutralisation des déchets liquides.
- **02** unités SIDEM de dessalement d'eau de mer.
- **01** système de télésurveillance.

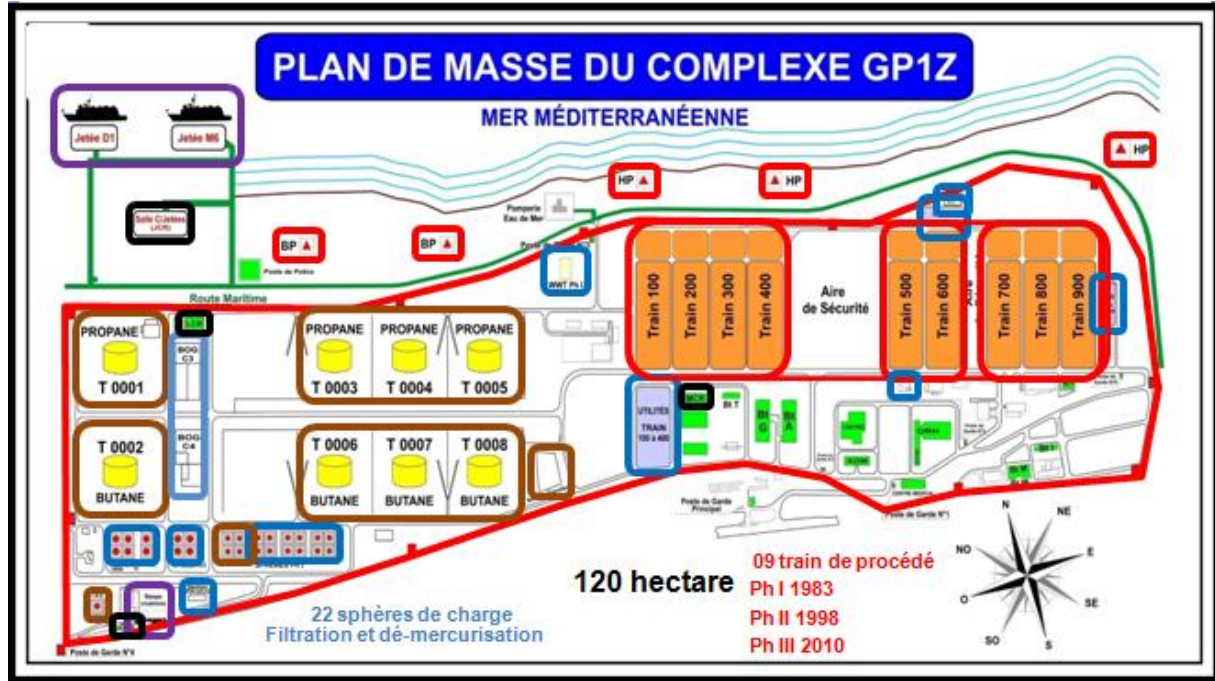


Figure 1.3 : Plan du complexe GP1/Z.

I.5.1 Zone Procès

Elle comprend Neuf (09) Trains de production dont trois nouvellement installé(voir figure 4).

Chaque train comprend les sections suivantes :

- Une (01) Section de déshydratation.
- Une (01) Section de séparation.
- Une (01) Section de réfrigération.
- Une (01) Section Huile chaude.

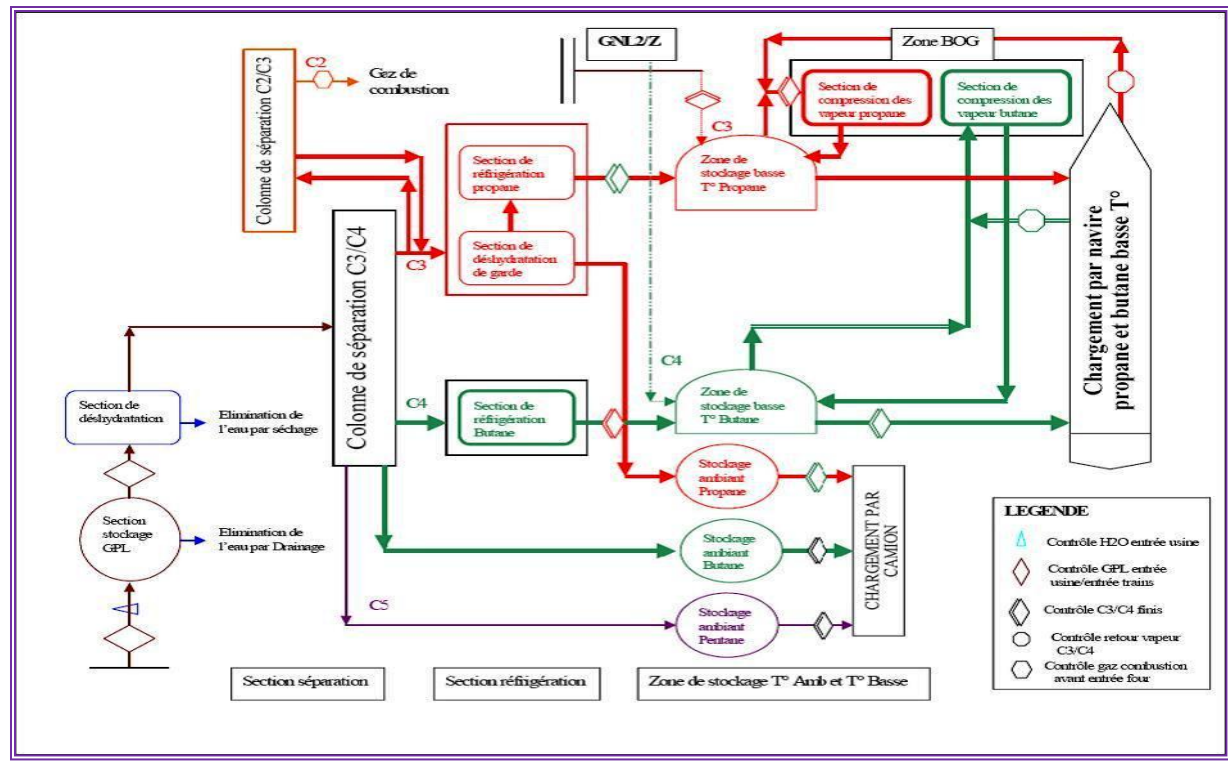


Figure 1.4 : zone procédé.

I.5.2 Zone utilités

Cette zone sert à fournir les énergies nécessaires pour le fonctionnement de l'usine tel que :

a. Section air comprime

- 06 moto-compresseurs à vis (250 et 350 KW) et 01 compresseur entraîné par
- Moteur diesel
- Air instrument séché destiné à la manipulation des vannes pneumatiques.
- Air service pour l'entretien des équipements.

b. Section génération de vapeur

La vapeur est produite à partir de l'eau distillée par 04 chaudières destinées aux:

- Traçage des instruments de mesure (LT, FT, ...).
- Différentes opérations de process (échangeurs, balayage,...).

c. Section gaz naturel

- La combustion (Fours, Turbines à gaz, Turbo Générateur de Secours, Chaudières,
- Torches)
- Différentes opérations de procès,

d. Générateurs électriques de secours

Capacité: 3,7 MW Phase 1 920 KW Phase 2 2,9 MW Phase 3

e. Section gasoil

- Générateurs de secours
- Compresseur d’Air de secours
- Pompes eau de mer

f. Section eau

- Eau distillée pour la production de la vapeur,
- Eau de refroidissement des équipements rotatifs (pompes,...),
- Eau industrielle.

g. Section torches

- 03 torches haute pression
- 02 torches basse pression

h. Section azote

- Inertage des installations
- Système d’étanchéité
- Conservation des équipements à l’arrêt

i. Section méthanol

Agent antigivrage au niveau:

- Vannes de contrôles
- Conduites des produits réfrigérés.

I.5.3 Zone stockage et chargement

Produits réfrigérés : Le propane et le butane réfrigérés sont stockés respectivement à -42°C et - 5°C dans quatre bacs chacun, d'une capacité unitaire de 70 000 m³.

Le Chargement de ces produits est assuré par deux quais de chargement pouvant recevoir des GPL d'une capacité de 3 000 à 50 000 tonnes. Chaque quai est doté de Trois (03) bras de chargement :

- Un bras (01) retour vapeur (Boil Off)
- Un Bras (01) de sautage

- Produits ambiants : Le propane et le butane sont stockés à température ambiante dans quatre (04) sphères, d'une capacité unitaire de 500 m³. Le pentane est aussi stocké dans une sphère de 500 m³

Le chargement de ces produits est assuré par une rampe de chargement camions qui est dotée de :

Butane

- Trois (03) bras de chargement
- Trois (03) bras retour vapeur (Boil Off)

Propane

- Deux (02) bras de chargement
- Deux (02) bras retour vapeur (Boil Off)

Pentane

- Un (01) bras de chargement.
- Un (01) bras retour vapeur (Boil Off)

Un (01) Pipe Arzew - Sidi Bel abbés -Tlemcen connu sous le nom de AST est entré en service le 14/10/2005 pour alimenter à partir du complexe GP1Z les trois wilayas en butane ambiant vrac à raison de 125 m³ par heure.

I.5.4 Installations de Contrôle et sécurité

Le complexe est doté de :

- Une (01) Salle de contrôle principale pour le contrôle des installations de production (MCR)
- Une (01) Salle de contrôle locale pour le stockage (LCR)
- Une (01) Salle de contrôle locale pour les expéditions par navires (JCR)
- Une (01) salle de contrôle locale pour les expéditions par camions (CCR)
- Une (01) Salle de contrôle sécurité (SCR)

I.5.5 Annexes

- Un atelier de maintenance
- Un magasin approvisionnement.

- Un centre de formation

I.5.6 Ressources Humaines

Centre de formation GP1Z, avec une capacité d'accueil de 226 stagiaires et les locaux pédagogiques suivants :

- Une (01) Salle de conférence pour quarante (40) personnes
- Quatre (04) Salles d'application de vingt (20) stagiaires chacune
- Six Salles (06) Salles de cours de dix (10) stagiaires chacune
- Un (01) laboratoire de langues de douze (12) cabines
- Un laboratoire (01) d'instrumentation pour huit (08) stagiaires
- Un Laboratoire (01) de chimie pour huit (08) stagiaires
- Un (01) Salle de panneaux synoptiques pour douze (12) stagiaires
- Un laboratoire DCS pour six (06) Stagiaire

I.6 Département de Sécurité

Le département Sécurité est chargé de veiller à ce qu'aucun incident ni accident ne vienne perturber la continuité de la production ou mette en danger des vies humaines ou les installations de l'unité. Pour effectuer cette tâche ce département se compose de deux services :

I.6.1 Service Prévention

Ce service met en œuvre les moyens dont il dispose afin de fournir les meilleures conditions de travail et de sécuriser toutes les interventions.

Ce service compte trois sections.

I.6.1.1 Section animation :

Le rôle principal de cette section est de :

- Informer et sensibiliser le personnel sur les mesures de sécurité à prendre par des affiches, messages et formation.
- Faire une analyse des accidents par une méthode qui s'appelle l'arbre de cause pour éviter sa reproduction.

I.6.1.2 Section contrôle et suivi des travaux

Cette section a pour rôle l'inspection et le contrôle afin de sécuriser tous les travaux d'intervention sur les équipements.

Tous les travaux de réparation ou bien de maintenance doivent être autorisés par un inspecteur de prévention, en élaborant un permis de travail (ex : permis de travail à chaud, à froid, permis de pénétration...).

I.6.1.3 Section Etude des Risques HSE (en cours de staffing) :

Sa mission est la mise en œuvre de la politique du complexe en matière d'environnement, comme l'établissement de rapport concernant les rejets liquides, rejet atmosphérique, déchets de toutes sortes et nuisance sonores et autres.

I.6.2 Service Intervention :

Ce service est composé de deux sections :

I.6.2.1 Section Intervention

Cette section intervient en cas d'urgence et à tout moment. A cet effet elle est dotée d'un système de télésurveillance audio comprenant des caméras fixes et mobiles, d'un système de communication comprenant des téléphones, des radios VHF et Gene phone, et d'un système de contrôle à distance (DCS), tous sont reliés à une salle de contrôle à distance.

En cas d'incident ou d'accident, ce service dispose d'un matériel d'intervention considérable fixe ou mobile.

Les camions d'intervention, les ambulances, les extincteurs, les skids, le système de déluge.

Ce service peut demander assistance aux unités avoisinantes grasse au PAM (protocole d'assistance mutuelle).

Ce service s'occupe aussi de la maintenance des équipements de la sécurité.

I.6.2.1 Section Equipement

Cette section s'occupe de tout ce qui est matériel de sécurité, assurer son entretien et sa disponibilité pour toute intervention.

I.7 Règlementation et Communication en HSE GP1Z

Loi N° 83-03-du 05 février 1983 relative à la protection de l'environnement (JORAN°6)

Loi N°83-13 du 02 juillet 1983 relative aux accidents du travail et aux maladies professionnelles (JORAN°28)

Loi N°88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, à la sécurité et la médecine du travail (JORAN°4)

Décrets

- Décret N°84-55 du 03/03/84 relatif à l'administration des zones industrielles (JORAN°10)
- Décret 87-182 relatif aux huiles à base de PCB, aux équipements électriques qui en contiennent et aux matériaux contaminés par ce produit
- Décret N°88-149 du 26/07/88 définissant la réglementation applicable aux installations classés et fixant leurs nomenclatures (JORAN°30)
- Décret 90-78 du 27/02/1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement. JORAN°10 DU 07/03/1990.
- Décret exécutif N°90-79 du 27/02/90 portant réglementation du transport de matières dangereuses.
- Décret exécutif N°91-05 du 19/01/1991 relatif aux prescriptions générales de protections applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.
- Décret exécutif N°93-160 du 10/07/ 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels .JORA N°46 du 14/07/1993
- Décret exécutif N°93-161 DU 10/07/1993 Réglementant le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu naturel. JORAN°46 du 14/07/1993.
- Décret exécutif N°93-162 du 10/07/1993 fixant les conditions et les modalités de récupération et de traitement des huiles usagées .JORAN°46 du 14/07/1993.

CHAPITRE II

II.1 Introduction

L'Analyse du Cycle de Vie « ACV » est une technique d'aide à la décision environnementale, qui réalise un bilan détaillé et quantitatif des entrées et des sorties mesurées aux frontières d'un système, produit ou service remplissant une fonction donnée. Chaque étape du cycle de vie d'un produit consomme de l'énergie et des ressources non renouvelables et génère un certain nombre d'impacts au niveau global (réchauffement, climatique, destruction de la couche d'ozone), régional (acidification et eutrophisation des cours d'eau, brouillard) et local (impacts toxicologiques et éco-toxicologiques).

Le cycle de vie comprend les étapes de fabrication, d'utilisation, d'élimination d'un produit ou d'un service. Pour chacune de ces étapes, il faut recenser les flux de matières et d'énergie. Puis les impacts environnementaux potentiels sont quantifiés sur l'ensemble du cycle de vie. L'ACV s'est énormément développée depuis les années 1990 et a séduit de nombreux scientifiques et décideurs. De nouvelles méthodologies, bases de données et logiciels ont rapidement vu le jour.

Il existe de nombreux logiciels qui aident à rendre quantifiables les démarches de développement quantifiable des produits éco-conçus pour objectif de durabilité tel que le logiciel Simapro

SimaPro est l'un des principaux logiciels commerciaux mis à la disposition des praticiens de l'ACV, est présenté en détail à travers une étude de cas, afin d'explorer les différentes fonctions de base, les bases de données et les méthodes de calcul d'impact mises à disposition avec le logiciel.

II.2 Historique de l'ACV

Née dans les années 1970, l'analyse de cycle de vie (ACV) est une méthode de quantification des impacts environnementaux des produits (au sens large : biens ou services) sur l'ensemble des étapes de leur cycle de vie, c'est-à-dire de l'extraction des matières premières (énergétiques ou non) nécessaires à leur fabrication jusqu'à leur élimination en fin de vie, en passant par toutes les étapes intermédiaires (approche « *du berceau à la tombe* » ou « *cradle to grave* »). Elle fait suite aux premiers bilans énergétiques apparus dans les années 60. La première base de données publique d'ACV apparaît dans les années 80, en Suisse (BUWAL).

Jusqu'alors l'évaluation des impacts environnementaux se faisait de manière sectorielle (réglementations sur les émissions des véhicules, sur l'élimination des déchets, sur les process de dépollution, etc.), partielle, et portait davantage sur des flux (énergie, déchets...) que sur des impacts (acidification, effet de serre, eutrophisation...). Par exemple, la norme européenne d'émissions EURO sur les véhicules régleme nte un certain nombre de flux d'émissions de polluants dans l'air (oxydes d'azote, monoxyde de carbone, hydrocarbures, particules, etc.).

C'est finalement dans les années 90 que l'ACV gagne en légitimité avec le début du processus de normalisation internationale (série des normes ISO 14040). Sont alors développés de nombreux logiciels d'ACV, et de nouvelles bases de données dites génériques font leur apparition.

La pratique de l'ACV, sa diffusion et, surtout, sa normalisation au niveau international ont contribué à la faire passer d'un outil initialement qualifié d'expérimental voire de partial à un outil de plus en plus performant et reconnu.^[1]

II.3 Analyse du cycle de vie

II.3.1 Définition de l'analyse du cycle de vie

L'analyse de cycle de vie (ACV) est une méthode standardisée d'évaluation des impacts environnementaux d'un produit qui est définie par les référentiels ISO 14040:2006 et ISO 14044:2006. Elle permet de calculer l'empreinte environnementale d'un produit sur l'ensemble des différentes étapes de son cycle de vie (extraction de matière première, fabrication, transport, usage et fin de vie) sur un ensemble d'indicateurs représentatifs des problématiques environnementales du produit (changement climatique, ressources naturelles, ozone, toxicité, écotoxicité).

La réalisation d'une analyse de cycle de vie (ACV) nécessite le traitement, le calcul et l'analyse de nombreuses informations. L'utilisation d'un logiciel d'ACV facilite ces différentes phases, en garantissant transparence et traçabilité.^[2]

II.3.2 Principe et caractéristique de l'analyse de cycle de vie

L'analyse du cycle de vie est une approche analytique qui permet de quantifier et d'analyser les impacts environnementaux sur tout le cycle de vie des produits, des services et, plus rarement, des procédés. La norme ISO 14040 définit l'analyse du cycle de vie comme une

méthode qui compile et évalue les entrants et sortants, ainsi que les impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie.

En d'autres termes, l'ACV quantifie les flux entrants et sortants d'un produit en prenant en compte les étapes de son cycle de vie (c'est-à-dire du berceau à la tombe) et établit le lien entre ces flux de matières et les effets environnementaux potentiels qui y sont associés. L'ACV est considéré comme un outil d'aide à la décision qui permet de comparer les charges environnementales de différents produits, procédés ou systèmes entre eux, ainsi que les différentes étapes du cycle de vie. Elle est définie par l'UNEP comme étant une méthodologie, c'est-à-dire un « ensemble des règles appliquées » qui encadre le processus de collecte de données et la façon d'interpréter les résultats. Enfin, les normes internationales ISO présentent l'ACV en tant qu'instrument scientifique et technique qui sert à fournir des informations sur les impacts environnementaux des produits selon leur cycle de vie.

L'analyse de cycle de vie possède quatre caractéristiques importantes :

- **Le focus sur le cycle de vie de produit :** l'une des caractéristiques majeures de l'ACV est la prise en compte de l'ensemble des activités nécessaires à la réalisation du produit : celles situées en amont de l'entreprise et celles situées en aval, telles que l'utilisation du produit et le traitement des déchets. Cela permet d'éviter les transferts de pollution d'une étape à l'autre.
- **L'approche fonctionnelle :** contrairement aux autres outils qui se focalisent sur le produit lui-même, l'ACV examine le service rendu par un produit, c'est-à-dire, sa fonction. Avec cette approche fonctionnelle, il est possible de comparer les impacts environnementaux de deux (ou plus) produits analogues ou différents fournissant la même fonction de base.
- **L'évaluation multicritères:** l'ACV couvre un large éventail de problèmes environnementaux. Cet aspect multicritère de l'ACV vise à éviter les transferts de pollution entre les différents types d'impacts. Par exemple, une évaluation de type ACV visant uniquement à quantifier les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) d'un produit peut être peu efficace pour apporter des réponses d'amélioration en matière de performance environnementale. Les solutions apportées pourront être pertinentes pour minimiser les émissions mais ne vont pas forcément avoir d'influence positive sur les

consommations d'eau ou les émissions toxiques d'un produit : elles risquent même de les augmenter.

- **L'aspect quantitatif** : Les résultats de l'ACV répondent à la question « Quel est l'impact potentiel d'un système de produit sur l'environnement ? » Une partie de la réponse pourrait être « l'impact sur le changement climatique est de 87kg équivalent CO2 ». La nature quantitative de l'ACV signifie qu'il peut être utilisé pour comparer les impacts environnementaux de différents processus et systèmes de produits.^[3]

II.3.3 Cadre normatif de l'ACV

L'analyse de cycle de vie est une méthode standardisée par la série de normes ISO 14040 - 14044 qui sont en général acceptées par tous les praticiens. Celles ci décrivent la méthode de travail à employer en présentant les différentes étapes et options d'une ACV.

- La norme ISO 14040 décrivait les caractéristiques essentielles de l'ACV et les bonnes pratiques pour mener une telle étude. Publiée en 1998, c'est la première norme de la série.
- Les normes ISO 14041 à 14043 ont été publiées par la suite ; elles étaient surtout destinées aux experts réalisant les études ACV et décrivaient plus précisément chaque étape d'une ACV (la norme ISO 14041 était dédiée à la définition de l'objectif, du champ de l'étude et à la phase d'analyse de l'inventaire tandis que la norme ISO 14042 indiquait les principales caractéristiques de la phase d'évaluation de l'impact du cycle de vie).
- La norme ISO 14043 précisait des exigences et des recommandations pour mener l'interprétation du cycle de vie.

Ces 4 normes ont été fusionnées par la suite pour obtenir les 2 normes actuellement en vigueur et utilisées mondialement : NF EN ISO 14040 et NF EN ISO 14044.^[4]

II.3.4 Méthodologie d'une ACV

Le cadre méthodologique de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) s'appuie exclusivement sur la norme NF EN ISO 14044 et comprend les étapes suivantes :

- Définition des objectifs et du champ (périmètre) de l'étude ;
- Analyse de l'inventaire du cycle de vie ;
- Evaluation des impacts ;
- Interprétation ;

Ces 4 étapes présentent les particularités suivantes :

- Elles ne reposent pas sur le même type de connaissances ;
- Elles n’ont pas le même degré de certitude ;
- Elles n’ont pas le même niveau d’approche méthodologique car elles sont « Goal dépendent » (elles dépendent des objectifs que l’on fixe).^[4]

II.3.4.1 Définition des objectifs et du champ de l’étude

La première étape de l’ACV sert à définir les objectifs et le champ d’étude. Durant cette première étape, son champ d’application, son public cible ainsi que les objectifs visés doivent être clairement identifiés. La définition du champ de l’étude permet de fixer les frontières du système et l’unité fonctionnelle considérées. Les frontières du système représentent les limites de l’étude en termes de processus élémentaires inclus. L’unité fonctionnelle est quant à elle, décrite par ISO comme la « performance quantifiée d’un système de produits, destinée à être utilisée comme unité de référence dans une ACV » (ISO 14040, 2006). Les comparaisons de scénarios seront faites en se basant sur cette unité fonctionnelle.

II.3.4.1.1 Objectif de l’étude ACV

Définir les objectifs d’une ACV consiste à répondre, de façon claire et le plus explicitement possible aux questions : Pour qui ? Pour quoi ? C'est-à-dire mettre en exergue d’une part les destinataires de l’analyse et d’autre part les raisons qui poussent à cette analyse.

Selon le commanditaire, les objectifs d’une étude peuvent être très diversifiés (politique, scientifique, etc.). Par exemple, une entreprise peut chercher à évaluer la performance environnementale de ses produits, un politicien peut chercher un outil d’aide à la décision pour l’octroi d’une subvention. Enfin, l’objectif peut être simplement de faire progresser la compréhension des problèmes environnementaux liés à un produit.

Définir l’objectif d’une ACV tel qu’indiqué dans la norme ISO 14001, consiste à définir la ou les applications envisagées de l’étude, les raisons pour lesquelles on souhaite réaliser l’étude et le public auquel les résultats seront communiqués.

– **L'Application envisagée et le public cible**

Les domaines d'application de l'ACV sont nombreux et dépendent du public visé par l'étude. On distingue entre les applications dans le secteur public et celles dans le secteur privé.

Les études d'ACV dans le secteur public sont utilisées pour soutenir l'élaboration des politiques environnementales et définir des mesures incitatives relatives à l'environnement.

Dans le secteur privé, les entreprises utilisent les résultats de l'ACV, aussi bien en interne, pour soutenir le développement ou la commercialisation de produit, qu'en externe, pour renforcer la crédibilité de la politique environnementale de l'entreprise par exemple.

On distingue aussi entre l'application au niveau opérationnel qui concerne les objets concrets tels que la formulation d'un nouveau produit, et celle au niveau stratégique qui comprend les objets généraux tel que l'élaboration d'une nouvelle politique.

– **Les raisons de l'étude de l'ACV**

Les raisons d'une étude sont liées à l'application prévue des résultats et portent spécifiquement sur les motivations de la prise de décision. En général, on peut distinguer deux principales catégories d'objectifs d'ACV. La première catégorie consiste à quantifier et évaluer la performance environnementale d'un produit ou d'un processus. La deuxième catégorie a pour objectif de décrire et d'évaluer les conséquences des améliorations menées sur la performance environnementale du système.

– **Le public concerné par l'étude ACV**

Le public concerné : les personnes auxquelles les résultats de l'ACV seront communiqués.

Par exemple, une ACV dans une entreprise, peut être utilisée uniquement à des fins internes comme la contribution au développement du produit. Le public concerné dans ce cas est la direction et les employés de l'entreprise. Si par exemple, les résultats de l'étude sont utilisés dans une communication externe, le public cible est les clients et/ou les consommateurs, etc.

- **Publication ou autre accessibilité pour le public**

Il s'agit de préciser si l'étude sera divulguée au public.

II.3.4.1.2 Définition du champ d'étude

Le champ d'étude est l'étape de l'ACV qui permet de déterminer quels systèmes de produits devront être évalués et de quelle manière. Cette étape permet d'encadrer comment les prochaines phases de l'analyse du cycle de vie doivent être réalisées.

Fonctions du produit

Un système de produit n'a d'intérêt que pour la ou les fonctions que celui-ci remplit.

Contrairement à d'autres outils d'évaluation environnementale, qui s'intéressent directement au système de produit, l'ACV s'intéresse aux fonctions réalisées par le système.

En principe, un système de produit peut avoir plusieurs fonctions, une fonction principale et des fonctions secondaires. Par exemple, la fonction d'une station d'épuration est de traiter aux normes imposées un flux d'eaux usées. Mais d'autres fonctions secondaires peuvent venir s'ajouter : désinfection des effluents, désodorisation, traitement plus ou moins poussé des boues. Pour étudier un système, il faut comprendre les fonctions qu'il fournit, et sélectionner parmi ces fonctions la fonction principale qui servira de base à l'évaluation des impacts. Ceci est particulièrement important lorsque l'étude vise à comparer différents systèmes, puisque la comparaison doit alors être basée sur une fonction équivalente.

II.3.4.1.3 L'unité fonctionnelle

L'Unité Fonctionnelle (UF) permet de quantifier la fonction remplie par le système de produit à étudier. Il s'agit d'une grandeur mesurable dont le rôle principal est de fournir une référence par rapport à laquelle les intrants et les extrants seront définis. Par exemple, la fonction commune des différentes options d'emballages est de contenir une certaine quantité de liquide. Si nous devons comparer ces options, l'unité fonctionnelle peut être définie comme la quantité d'emballage nécessaire pour contenir 1m³ de liquide dans des conditions spécifiées et pendant une période spécifiée.

Lorsque l'objectif de l'étude est simplement évaluer la performance environnementale d'un produit, l'unité fonctionnelle peut être très simple, par exemple : une quantité en kilogramme (kg) de produit X. Toutefois lorsqu'il s'agit d'une comparaison entre différentes alternatives, par exemple pour comparer des mouchoirs en papier et des mouchoirs en tissu, la définition de l'unité fonctionnelle devient plus compliquée, puisqu'elle doit prendre en compte les

différences de propriétés entre les produits comparés, telles que la résistance, la durabilité ou les différences au niveau de l'utilisation. Ainsi, les mouchoirs en papier et les mouchoirs en tissu ont, les deux, la même fonction à savoir : permettre à l'utilisateur de se moucher. Or les deux mouchoirs présentent des différences au niveau de l'utilisation. Un utilisateur utilise en moyenne 200 mouchoirs en papier par an, tandis que le mouchoir en tissu peut être utilisé pendant 3 ans et il est en moyenne lavé 100 fois par an.

Un exemple de base de comparaison appropriée serait de se moucher pendant 3 ans. Dans ce cas il s'agit de comparer 600 mouchoirs en papier et un mouchoir en tissu.

Pour déterminer l'unité fonctionnelle, la première étape consiste à spécifier la fonction principale fournie par le ou les systèmes. Il est important de sélectionner correctement la fonction principale du système en fonction de l'objectif de l'étude, car différentes fonctions pourraient conduire à des résultats différents pour les mêmes systèmes de produits.

La deuxième étape est une qualification de la fonction en vue de la transformer en unité fonctionnelle.

Pour résumer, L'unité fonctionnelle doit définir les aspects qualitatifs et quantifier les aspects quantitatifs de la fonction, ce qui implique de répondre aux questions : Quoi ? Combien ? Comment ? Combien de temps ?

Par exemple, pour la fonction de la peinture qui est de protéger une surface, l'unité fonctionnelle peut être définie comme :

Couvrir 1 m² de mur en plâtre avec un degré d'opacité de 0,98 et pour une durée de vie de 10 ans.^[4]

II.3.5 Analyse de l'inventaire du cycle de vie

II.3.5.1 Définition

Selon la norme ISO 14044, l'ICV est la phase de l'ACV impliquant la compilation et quantification des intrants et des extrants d'un produit ou d'un système de produits sur l'ensemble de leur cycle de vie.

II.3.5.2 Présentation

La deuxième étape, souvent la plus longue à réaliser, consiste à compiler l'inventaire : c'est à-dire rassembler toutes les informations sur les flux et les processus de matières et d'énergie du

cycle de vie afin de calculer les quantités de matière et d'énergie concernées. Toutes les valeurs sont mises à l'échelle en fonction de l'unité fonctionnelle. La collecte de données peut être longue et fastidieuse en fonction de la complexité du système étudié. L'utilisation de certaines bases de données génériques, reprenant les flux élémentaires, permet de faciliter l'établissement de l'inventaire.

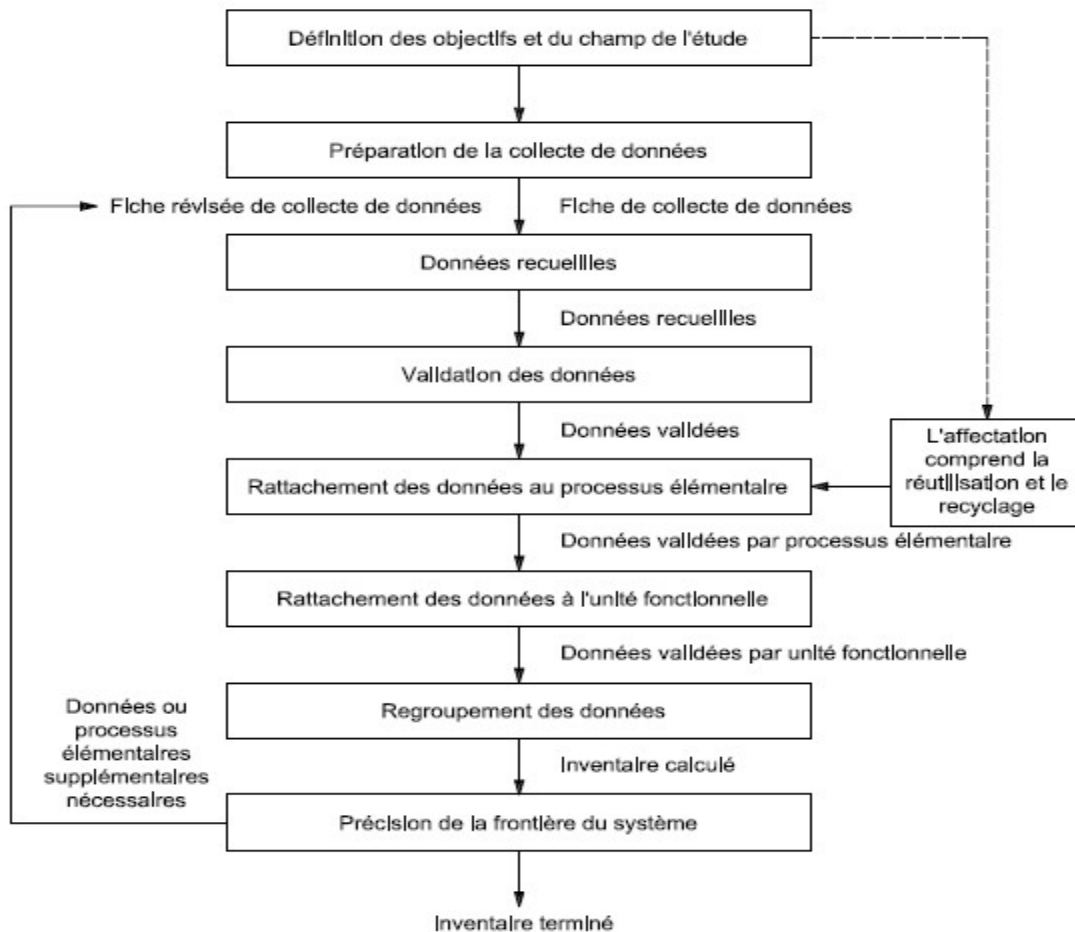


Figure II.1: Procédure de calcul de l'inventaire.
(Tiré d'ISO 14 044, 2006).

II.3.5.3 Etapes de l'inventaire

L'inventaire du cycle de vie inclut :

- La récolte des données qui est une phase longue et fastidieuse.

- La description du mode de calcul permettant de quantifier les entrants et les sortants pertinents d'un produit.

La réalisation d'un inventaire est un processus itératif puisque le produit est d'autant mieux connu que les données sont recueillies, cela amène généralement de nouvelles exigences ou des limitations sur ces données engendrant parfois un changement de mode de récolte de ces données, en accord avec les objectifs et le champ de l'étude.

Remarque

La phase de récolte des données amène à revoir les objectifs et le champ de l'étude.

II.3.5.3.1 Récolte des données

Les données de chaque processus élémentaire intervenant dans le système à l'intérieur des ses frontières sont :

- Les intrants énergétiques (par exemple. le pétrole) ;
- Les intrants de matières premières ;
- Les intrants auxiliaires (matière utilisée dans un processus élémentaire de production du produit mais qui ne fait pas parties du produit, par exemple. Un solvant utilisé en phase de fabrication) ;
- Les autres intrants physiques ;
- Les produits, co-produits et déchets relatifs au produit final considéré ;
- Les émissions polluantes dans l'air, l'eau et le sol ;
- Les autres aspects environnementaux ;

II.3.5.3.2 Calcul des données

Il faut transformer les données récoltées en quantités d'entrants et de sortants relatifs aux objectifs et au champ de l'étude, ce qui nécessite :

- La validation des données récoltées ;
- La connaissance des relations entre les données recueillies et les processus élémentaires identifiés ;
- La relation entre les données et les flux de référence de l'unité fonctionnelle ;

En ce qui concerne l'énergie, le calcul des flux doit prendre en compte les différents combustibles et source d'électricité, de l'efficacité de la conversion (rendements), de l'efficacité de la distribution (par exemple. Pertes en ligne), et aussi des intrants et des extrants associés à la génération et à la consommation de ces flux d'énergie.

Autrement dit, il faut tenir compte du mixe énergétique et de la chaîne énergétique complète.

Il existe deux types de modes de calcul :

L'approche processus ou l'approche input-output

L'approche processus

C'est la plus utilisée, elle consiste à effectuer l'inventaire à partir des flux de référence préalablement calculés ou mesurés pour tous les processus élémentaires du système considéré.

Remarque

Pour faciliter le travail de récolte des données, on a généralement recours à des bases de données spécifiques regroupant des informations sur un très grand nombre de processus déjà étudiés par d'autres.

L'approche input-output

Consiste à évaluer les intrants et extrants sur la base des flux économiques engendrés par le produit concerné.

II.3.5.3 Affectation des flux et des émissions

La plupart des processus industriels donnent lieu à plusieurs produits et ils utilisent par ailleurs comme matières premières des produits intermédiaires ou des déchets.

Il convient donc de mettre en place des règles d'affectation pour les systèmes introduisant des produits multiples et pour les systèmes de recyclages. ^[4]

II.3.6 Evaluation des impacts sur l'environnement

Evaluation des impacts potentiels à partir des flux matières et énergies recensés, et en fonction des indicateurs et de la méthode de caractérisation sélectionnée.

II.3.6.1 Définition d'un impact

C'est toute modification de l'environnement, négatif ou bénéfique résultant totalement ou partiellement des activités, produits ou services d'un organisme ; aussi appelé incidence environnemental.

II.3.6.2 Les étapes de l'évaluation des impacts

C'est l'interprétation des résultats obtenus au cours de l'inventaire :

La classification : Cette phase consiste d'abord à choisir une liste pertinente de catégories d'impact sur l'environnement. Puis pour chaque catégorie, on identifie l'ensemble des flux de l'inventaire.

En général, les catégories d'impact sont regroupées en trois grands groupes : Epuisement des ressources, impacts sur la santé humaine, impacts sur les écosystèmes.

La caractérisation : Une grande majorité des méthodes de caractérisation fonctionne sur la base d'indicateurs d'impacts. Ainsi, pour chaque impact, un ou des indicateurs sont déterminés pour le représenter. En fait, l'impact n'est pas réellement évalué mais des équivalences entre polluants concernant un type d'impact potentiel donné sont recherchées. Par exemple, la contribution à l'effet de serre est donnée en équivalent CO₂.

Ces méthodes fonctionnent bien pour certains impacts mais sont en désaccords pour d'autres. D'une manière générale, toutes les méthodes de caractérisation évaluent la contribution à une catégorie d'impact d'un flux par une somme pondérée.

Evaluation globale : cette étape a pour but d'explicitier les résultats de l'analyse d'impacts sous une forme suffisamment synthétique, tout en perdant le moins possible d'information. Il s'agit de traduire les résultats de l'ACV en paramètres décisionnels. En tenant compte du nombre de critères à respecter, l'étape d'évaluation globale fait appel à des méthodes mathématiques d'analyse multicritère.

Deux types de méthodes sont utilisés dans les ACV :

Méthodes d'agrégation partielle globale (c'est la plus utilisée).

Il est important de rester critique vis à vis de la façon de mener l'évaluation globale. En effet, il ne faut pas considérer qu'un bon impact compense un mauvais, car il est difficile d'affirmer que tel ou tel impact est plus acceptable qu'un autre. Il faut donc conserver, le plus possible,

les informations locales, et procéder à une agrégation non additive pour l'évaluation des impacts. Il est possible de hiérarchiser les impacts par pondération, mais sans effacer les extrêmes.

Il faut également prendre en compte le public destinataire de l'ACV.^[4]

II.3.7 Interprétation et améliorations

La quatrième étape est itérative avec les 3 précédentes de manière à toujours valider que les résultats obtenus permettent de répondre aux objectifs de l'étude (par exemple, il arrive que la non disponibilité de certaines données puisse conduire, en cours d'étude, à restreindre le champ de l'étude). C'est également ici que l'on tentera d'évaluer la robustesse des résultats (en réalisant par exemple des analyses de sensibilité), notamment pour s'assurer que les incertitudes et variabilités qui y sont liées sont bien d'un ordre inférieur à celui des différences constatées entre les performances environnementales des différents systèmes étudiés.

La norme définit trois étapes pour l'interprétation :

- l'identification des points significatifs,
- les étapes d'évaluation,
- les conclusions et recommandations découlant de l'étude.^[4]

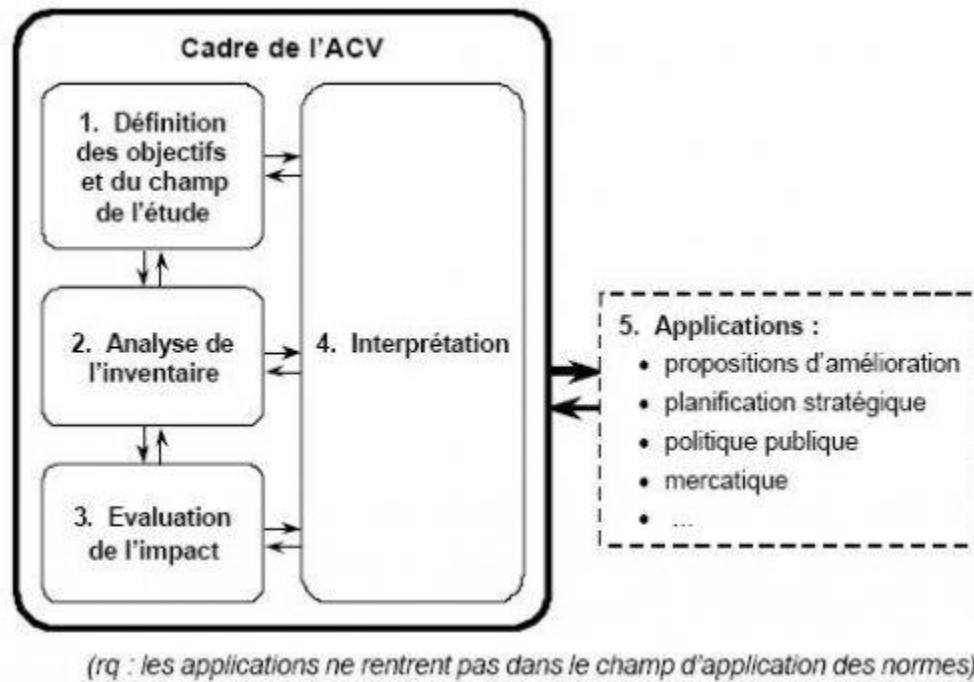


Figure II.2: Les 4 étapes de l'ACV selon les normes ISO 14040 et 14044.

II.3.8 Multidisciplinarité

La réalisation d'ACV s'appuie sur des connaissances multidisciplinaires :

- La première étape suppose d'une bonne compréhension des impacts environnementaux, des enjeux économiques, et la maîtrise globale des principes des techniques de production ;
- La réalisation de l'inventaire s'appuie en particulier sur un bon niveau de connaissances en physique et en chimie ;
- L'évaluation des impacts environnementaux requiert des connaissances minimales en divers domaines relatifs à la biologie, l'écologie, l'épidémiologie ;
- L'interprétation repose sur la possibilité de relier les résultats d'une ACV à d'autres domaines comme la stratégie industrielle, le marketing, la législation.

Ces connaissances étant rares chez une seule et même personne, on a souvent intérêt à travailler en équipe. ^[4]

II.3.9 Portée et limites de l'ACV

L'ACV offre certains avantages :

- Un outil d'analyse exhaustif l'ACV sous toutes ses formes permet de porter un regard très large sur un produit et sa chaîne d'approvisionnement. Les nombreux indicateurs pris en compte ainsi que la considération de l'ensemble des étapes du cycle de vie du produit offrent une approche holistique et systémique ;
- Une meilleure prise de décision, autant politique qu'économique, et même individuelle, est de plus en plus influencée par différents enjeux environnementaux et sociaux. C'est dans cette optique de décortication des différentes options, afin de choisir la ou les meilleures possible et d'établir des priorités d'action, que l'outil de l'ACV est utile ;
- Un outil de communication lorsqu'une certaine décision est prise ou qu'une politique est adoptée, il est généralement nécessaire de la communiquer, de l'expliquer ou bien même de la défendre. Une ACV peut servir à justifier cette décision et à communiquer à son sujet.

L'ACV comporte cependant certaines limites :

- L'accès aux données et aux hypothèses – certains éléments sensibles peuvent biaiser les résultats d'une ACV. Une difficulté d'ordre technique concerne les données utilisées. Selon leur provenance et leur méthode de collecte, celles-ci comportent un certain niveau d'incertitude et pourraient être inexactes, insuffisamment détaillées ou incomplètes. Dans ces cas, il est nécessaire d'émettre des hypothèses pour utiliser ou encore substituer ces données, ce qui entraîne des choix subjectifs qui peuvent être plus ou moins exacts ;
- Les résultats de différents types d'ACV difficiles à agréger – les résultats de différents types d'ACV (AeCV, AsCV et AcCV) sont difficiles à agréger, étant donné qu'ils traitent de sujets différents. Par ailleurs, il est difficile de les hiérarchiser les uns par rapport aux autres. Ceci peut parfois compliquer la prise de décision ;
- Les limites de l'analyse de l'étape d'utilisation d'un produit – dans le cas de l'AsCV, l'analyse de l'étape d'utilisation du produit n'est pas traitée de manière

optimale. Les indicateurs pour traiter cette étape du cycle de vie n'ont pas encore un niveau de maturité souhaitable et ils ne sont pas pertinents à tous les produits. Davantage de recherche et de développement méthodologique sont de mise afin d'arriver à un traitement plus adéquat de cette étape ;^[5]

II.3.10 Des exemples d'application de l'ACV dans le domaine pétrolier

a) Dans leur étude, Amzan et al [6] ont appliqué l'ACV au niveau de la production du propylène dans la région du conseil de coopération du golf CCG. Cette recherche examine les impacts environnementaux du processus.

Le logiciel Gabi est sélectionné pour réaliser cette étude de recherche et quantifier les risques liés à la fabrication d'une tonne de polypropylène, choisie comme unité fonctionnelle pour cette étude ACV. Ce travail a les mérites suivants :

- Une évaluation des impacts environnementaux spécifiques à la région du CCG basée sur les données réelles de l'usine ;
 - Les résultats de ce travail peuvent être utilisés pour évaluer les impacts de l'ACV des produits à base de PP
 - Souligner l'importance de la gestion des déchets dans la réduction des impacts environnementaux.

Cette étude montre que le processus de fabrication du polypropylène libère de nombreux polluants dans l'environnement, car les émissions brutes de CO₂ pour le processus de fabrication du PP dans l'usine située dans la région du CCG ont été estimées à 1,58 kg CO₂ eq./kg-PP. Le processus de fabrication du propylène a des impacts extrêmement élevés sur le potentiel de réchauffement climatique, l'épuisement des ressources fossiles (1,722 kg eq. pétrole/kg-PP), la toxicité humaine (0,077 kg eq. 1,4-DB/kg-PP), l'acidification (0,0049 kg SO₂ eq./kg-PP), et la formation d'oxydants pétrochimiques (0,0042 kg NMVOC/kg-PP). De plus, sur la base des résultats de cette recherche actuelle, cette étude propose des améliorations possibles et des solutions alternatives telles que l'application de technologies avancées, d'énergie propre et de processus de recyclage dans le CCG qui sont respectueux de l'environnement.

b) Sulistyawanti et al [7] ont appliqué une analyse de cycle de vie sur l'exploration du pétrole brut afin d'évaluer les impacts environnementaux en utilisant le logiciel SimaPro. Les résultats de cette étude sont les suivantes :

- Le plus grand impact sur le pétrole processus de production à la société d'exploration pétrolière CPA est l'impact sur la catégorie de diminution ressources naturelles (ressources) et diminution de la santé humaine.
- Le processus qui a le plus grand impact sur l'environnement est le processus dans l'unité de séparation PV-9900 avec une valeur d'impact de 12620 MPt et la valeur de chaque catégorie de dommage de $4,76 \times 10^{11}$ MJ surplus pour les ressources catégorie, 0,00118 DALY pour la catégorie santé humaine et 0,0847 PDF.m2.year pour l'écosystème catégorie qualité.

II.4 Le logiciel SimaPro

II.4.1 Définition du logiciel sima pro

Le logiciel SimaPro est l'outil utilisé pour réaliser les ACV. Ce logiciel s'utilise en suivant les étapes classiques de l'ACV d'écrites dans le chapitre 1. Il regroupe une base de données importante de coefficients d'impact concernant de nombreux produits, matériaux ou utilités intervenant au cours du cycle de vie des procédés. Deux structures différentes peuvent être construites selon que le système considéré est un procédé ou un produit.

Pour un procédé par exemple, il est possible de générer un réseau dans lequel un bloc représente une opération unitaire ou une étape incluse dans le cycle de vie du procédé (construction, d'élément des structures, production des matériaux bruts. . .). Celui-ci peut faire partie de la base de données de SimaPro ou peut être ajouté manuellement à celle-ci si les données environnementales (rejets dans l'atmosphère.) et physiques (débits, puissances utilisées. . .) sont connues.^[2]

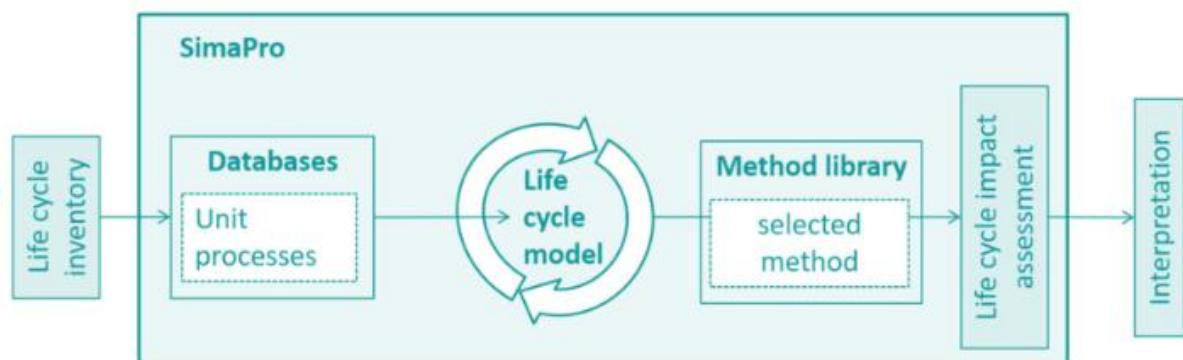


Figure II.3: schéma représentatif des étapes de SimaPro.

II.4.2 Bases de données et méthodes de calcul mises à disposition avec SimaPro

Le logiciel est fourni avec une combinaison des bases de données d'inventaire du cycle de vie d'une large portée internationale et une variété de trente différentes méthodes d'évaluation d'impact. Parmi les exemples de base de données disponibles, on retrouve aussi bien les données Ecoinvent que des données provenant de sources Nord-Américaines comme par exemple la base de données Buwal (Agence Suisse de l'Environnement, des Forêts et du Territoire) ou encore Franklin US LCI (États Unis) et IDEMAT. L'utilisateur peut sélectionner la ou les bases de données qui correspond à son cas d'étude. SimaPro est assez flexible et permet à l'utilisateur d'introduire ses propres données industrielles et énergétiques.

Les méthodes de calcul d'impact disponibles dans SimaPro sont :

- CML-IA Baseline ;
- CML IA non-Baseline;
- ReCipeMidpoint H, E et I;
- ReCipe Endpoint H, E et I;
- ILCD 2011 Midpoint;
- IMPACT 2002+;
- EPS 2000;
- EPD (2008);
- Ecological scarcity 2006;
- EDIP 2003;
- BEES +;
- TRACI 2.1;
- Cumulative Energy Demand;
- Cumulative Exergy Demand;
- USEtox (default) ET USEtox (sensitivity).
- Ecological footprint;
- Selected LCI results ET Selected LCI results additionnal;

- Ecosystem Damage Potential;
- Greenhouse Gas Protocol;
- IPCC 2007 GWP 100a20a ET 500a;
- Boulay et al. 2011 (Human Health);
- Boulay et al. 2011 (Water Scarcity);
- Ecological Scarcity 2006 (Water Scarcity);
- Hoekstra et al. 2012 (Water Scarcity);
- Motoshita et al. 2010 (Human Health);
- Pfister et al. 2009 (Eco-indicator 99);
- Pfister et al. 2009 (Water Scarcity);
- Pfister et al. 2010 (ReCiPe).

Il est possible de créer ses propres méthodes soit à l'aide d'indicateurs existants dans les méthodes disponibles, soit en sélectionnant la liste des flux élémentaires à prendre en compte et en attribuant à chacun le facteur de caractérisation correspondant.

II.4.3 Principe de modélisation avec SimaPro

Il existe deux catégories des fiches dans SimaPro : les fiches « d'inventaire » et les fiches d'étapes. Les fiches d'étapes regroupent les grandes étapes de cycle de vie (assemblage, 81 utilisation, transport, fin de vie).

La modélisation avec SimaPro se fait en saisissant d'abord la nomenclature du produit (en termes de matériaux et des procédés employés pour le réaliser) et en intégrant ultérieurement les données relatives aux étapes du cycle de vie (le transport, l'utilisation ou encore la fin de vie) dans les fiches des étapes. Chaque étape du produit fait référence à des processus dans les fiches d'inventaire. Ces processus peuvent inclure le type de matière, processus de mise en œuvre, mode de transport, énergie, processus d'utilisation, traitement des déchets, etc., et sont soit importés par l'utilisateur ou issus des bibliothèques (bases de données) fournies avec SimaPro.

Les fiches d'inventaire contiennent les informations suivantes : des entrants de la nature, des entrants de la « technosphère », des sortants vers la nature : ce sont les substances émises directement dans la nature, sortants vers la « technosphère », des sortants non physiques, valeurs économiques ou sociales. A partir des fiches des étapes et des méthodes EICV sélectionner, le logiciel modélise l'arbre de processus, calcul les l'inventaire des émissions et

des extractions, calcul les impacts engendrés par le produit et permet aussi de réaliser une analyse de contribution.^[3]

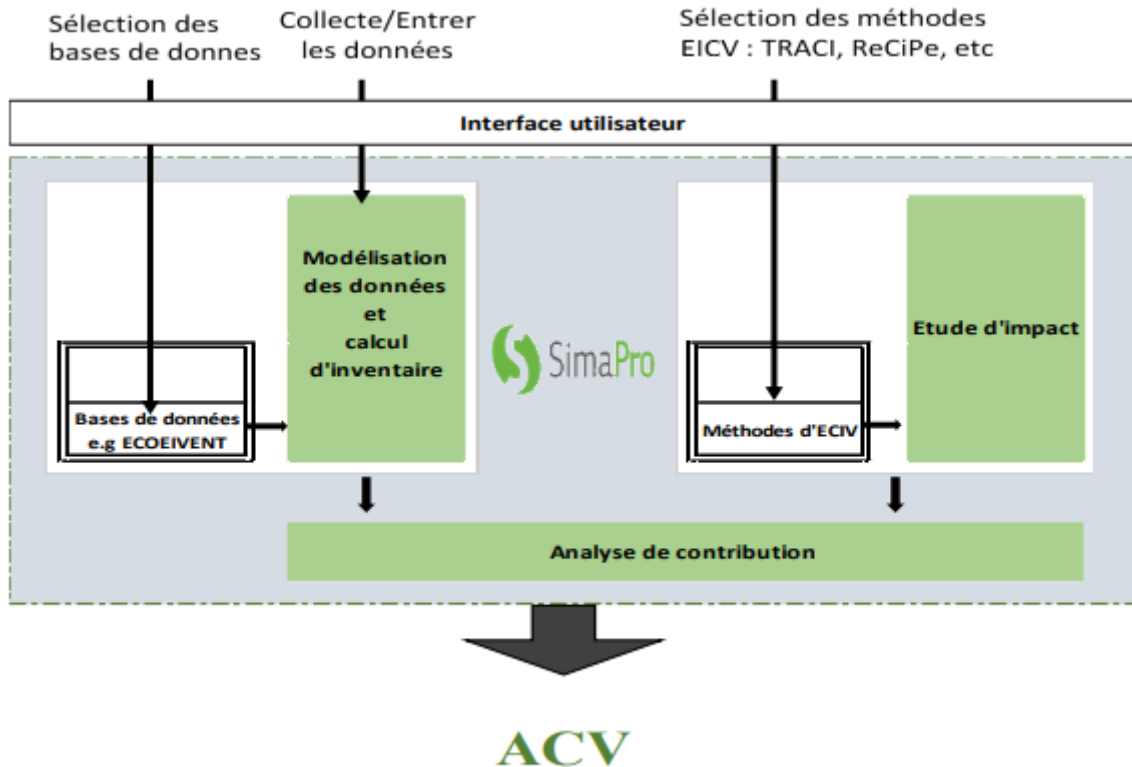


Figure : Principe de l'ACV avec le logiciel SimaPro

Figure II.4 : Principe de l'ACV avec logiciel SimaPro

II.5 Conclusion

L'analyse de cycle de vie nous donne l'opportunité d'évaluer toute sorte d'impacts environnementaux des produits ou process et cela en utilisant des logiciels spéciaux tels que le logiciel SimaPro qui permet d'analyser d'une manière générale tout type d'impact permettant d'évaluer les impacts potentiels de tout type des process d'industrie

CHAPITRE III

III.1 Introduction

Le gaz pétrole liquéfié connu sous le terme de GPL, dont l'Algérie est l'un des leaders producteurs exportateurs dans le monde, constitue l'une des priorités des plans de développement et de la politique énergétique de la SONATRACH.

Vu la demande du GPL sur le marché national et international qui ne cesse d'accroître et vu la charge importante arrivant des champs pétroliers, chaque pays développe ses propres moyens pour la mise en place d'un plan de développement afin de prévoir des augmentations substantielles de production. Dans ce cadre, SONATRACH dispose déjà d'importantes installations de production, de transport et de séparation des GPL.

Le complexe GPZ1 a pour objectif, le traitement d'une charge GPL Brut en provenance des différents champs situés au Sud Algérien afin de produire du Propane et Butane destinés au marché national et international, il est dénommé JUMBO-GPL pour ses grandes capacités de production, il comprend neuf (09) trains dans la zone de procédé, et des moyens communs pour la charge, le stockage, le chargement et la reliqufaction des vapeurs en off-site. Chaque train dans la zone de procédé a été conçu pour une production nominale annuelle d'un million de tonnes de produits (propane et butane commercial).

III.2 Description du process

III.2.1 Définition du GPL

Le GPL est un mélange d'hydrocarbures constitué principalement de propane et de butane, aux conditions normales de pression et de température le GPL se trouve à l'état gazeux, mais il est facilement liquéfiable à la température ambiante sous une pression moyenne de 4 à 18 bars. Cette particularité permet un stockage et un transport plus simple comparativement aux gaz qui exigent des pressions très élevées (méthane, éthane).

Les GPL appartiennent à la famille des paraffines et sont composés essentiellement du C_3H_8 , C_4H_{10} avec de faibles proportions de CH_4 , C_2H_6 , et C_5H_{12} .

La composition moyenne en général des GPL algériens se situe autour de 60% de propane contre 40% de butane (dépendant de la provenance des GPL) avec des traces d'eau^[9]

.

III.2.2 L'origine des GPL

Les gaz de pétrole liquéfiés sont obtenus principalement :

- Dans les raffineries de pétrole, en cours de la distillation du pétrole brut.
- Au cours des opérations de dégazolinage du gaz naturel sur les champs de production pour obtenir les produits condensables (butane et propane).
- Une grande partie des GPL proviennent des champs pétroliers et pendant la liquéfaction du gaz naturel.^[9]

III.2.3 Section procès

III.2.3.1 Section de stockage de GPL

Cette section est conçue pour maintenir un fonctionnement stable et d'assurer une autonomie de plus de 10 heures pour alimenter les trains en GPL brut en cas d'arrêt de pompage. Elle est destinée aussi pour recevoir soit le flux de recyclage, soit le produit hors spécification revenant des sections en aval la charge d'alimentation est livré par RTO (Région Transport Ouest) au complexe GP1Z en GPL brut en provenance des différents champs du sud (HassiMessaoud, Hassi R'mel, Alrar, In Amenas, Tin-Fouye Tabankort et RhourdeNouss). Elle est acheminée vers le stockage à l'aide d'une pipe de 24". Avant le stockage le GPL brut passe d'abord par un collecteur équipé par un contrôleur de pression permettant le maintien d'une pression de service stable puis traverse des filtres chacun muni PDI ($\Delta P = 0,5$) afin de signaler l'encrassement. Ensuite le GPL traverse les dégazeurs de la charge afin de séparer et purger les vapeurs du mélange vers les sphères d'alimentation.

Une fois que la charge est filtrée et dégazée, elle passe alors à travers six (06) démercurieurs pour réduire sa teneur en Mercure jusqu'à l'ordre de 5 nano-g/Nm³. A l'issue des démercuriseurs la charge passe par des redresseurs pour rendre l'écoulement laminaire afin d'avoir une lecture correcte du débit et de la densité du GPL. Le GPL brut est acheminé ensuite vers les sphères de charge sous une pression de 18 ~ 22 Kg/cm² et une température de 5 ~ 41.8° C.

La charge est stockée dans 22 réservoirs sphériques de capacité de 1000 m³ chacune à des pressions variables entre 7 et 9 bars. Le schéma de la section stockage de la charge GPL est représenté dans la figure suivante.

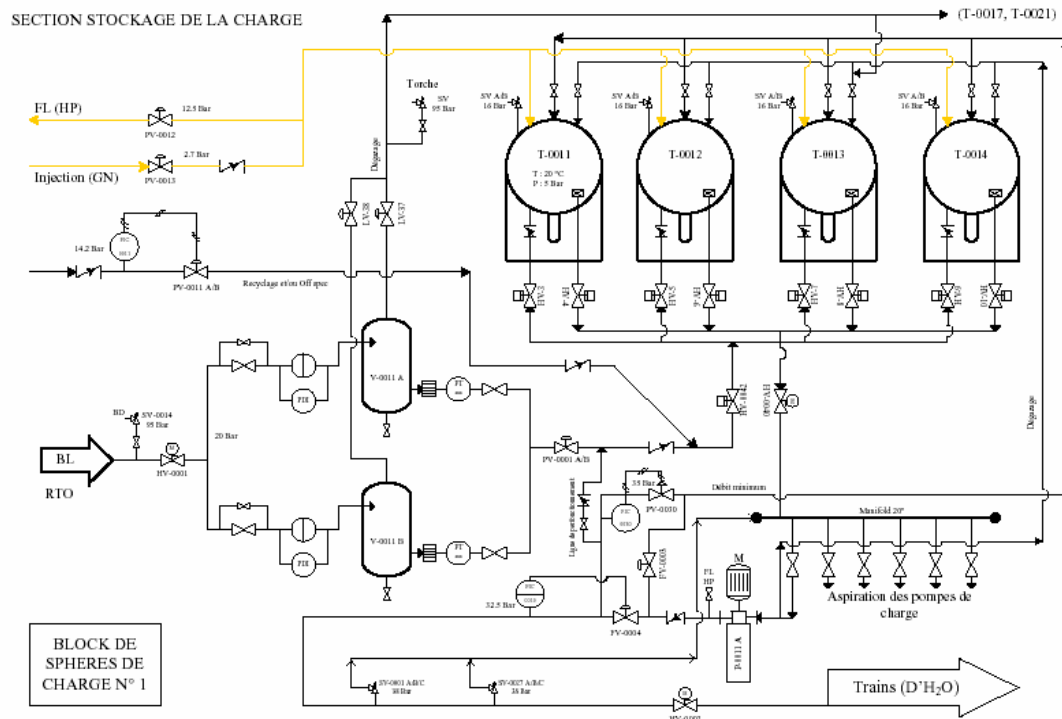


Figure III.1: Représentation de la section stockage de la charge GPL.

Le GPL brut est acheminé par la suite vers les neuf trains du procédé qui fonctionnent en parallèle. Cette opération est assurée par 14 pompes centrifuges multiétages à puisard qui aspirent à partir de ce dernier et refoulent dans le collecteur commun pour approvisionner les trains du procédé à une pression de 30 Kg/cm^2 .^[9]

III.2.3.2 Section déshydratation

Le but de la section de déshydratation est de réduire la teneur d'eau dissoute dans le GPL de 100 ppm à 5 ppm en poids pour éviter ainsi la formation de glace et de bouchons de givre dans les parties froides de l'installation (réfrigération). Cette section comprend trois colonnes d'adsorption à tamis moléculaires, à tout instant on a une colonne en service (en adsorption), l'autre en régénération et la dernière en attente. Le GPL passe dans le sécheur du bas vers le haut, l'humidité est extraite lors du passage du GPL à travers les tamis moléculaires pendant 36 heures, une fois cette durée est dépassée le sécheur passe automatiquement en régénération.

SECTION DESHYDRATATION DE CHARGE

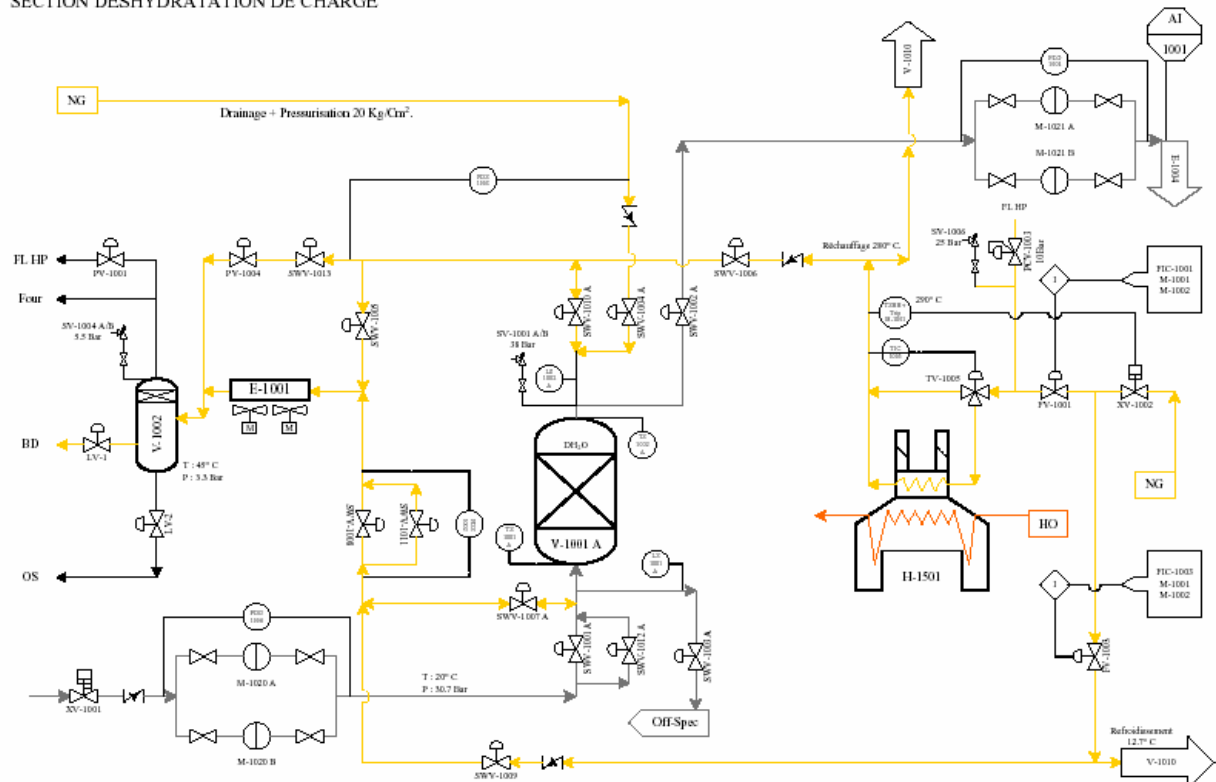


Figure III.2 : schéma représentatif de la Section déshydratation.

La régénération passe par les séquences suivantes :

- **Drainage (durée 1h)** : La vidange du sécheur se fait par l'injection du gaz naturel sous une pression de **20 kg/cm²**. Le GPL restant est acheminé vers les sphères de charge.
- **Dépressurisation (durée 30 mn)**: Cette séquence sert à réduire la pression du sécheur de **20 kg/cm²** à **3 kg/cm²** et cela se fait par l'évacuation de GN continu dans le sécheur vers la section fuel gaz.
- **Chauffage (durée 11h)** : Le réchauffage se fait par le GN chauffé dans le four à une température de **280°C**. Il passe dans le sécheur de haut en bas pour évaporer l'eau contenue dans les tamis moléculaires.
- **Refroidissement (durée 5h)** : Le secteur étant chaud après la séquence de réchauffage, il est refroidi par le GN porté à une température de 12 à 45 °C et pression de **3 kg/cm²**.

- **Pressurisation (durée 30 min)** : Avant le remplissage de la colonne par le GPL, il faut atteindre une pression de service de **20 kg/cm²**. Cette opération se fait par l'introduction de GN à haute pression.
- **Remplissage** : Cette opération consiste à mettre le sécheur en attente.^[9]

III.2.3.3 Section de séparation

Le débit de charge vers la section de séparation dépend de la qualité de cette même charge. Chaque train doit produire 1 million de tonne par an de propane et butane commerciaux, le débit nécessaire en GPL brut est de 1 million de t/an, plus les sous-produits. Le débit de charge nécessaire est d'autant plus élevé que la teneur en éthane et en pentane est importante.

La capacité minimale de chaque train correspond à 50 % de sa capacité normale.

A ce débit, chaque colonne doit être exploitée avec un reflux et un rebouillage suffisants pour assurer un fonctionnement stable.

Si un produit d'un train dérive et se trouve hors spécification, il faut recycler tous les produits de ce train, pour maintenir autant que possible, la composition de la charge dans les réservoirs sphériques. Cependant, cela n'est pas nécessairement vrai pour le pentane produit. Autrement dit, si l'acheminement du produit doit être arrêté pour une raison quelconque, il faut que toutes les colonnes soient mises sur fonctionnement à reflux total, jusqu'à ce que le fonctionnement continu puisse être repris. Il faut noter que la ligne de recyclage des produits hors spécification permet le recyclage des produits d'un train à pleine capacité, ce qui est équivalent à la production de 2 trains fonctionnant à 50 % de leur capacité.

Lorsque le rapport $C_2/(C_2 + C_3)$ est égal ou supérieur à 4,8% mole, le déethaniseur doit être en service.

De même, lorsque le rapport de $C_5/(C_4 + C_5)$ est égal ou supérieur à 1,75 %mole, il faut que le dépentaniseur soit en service.

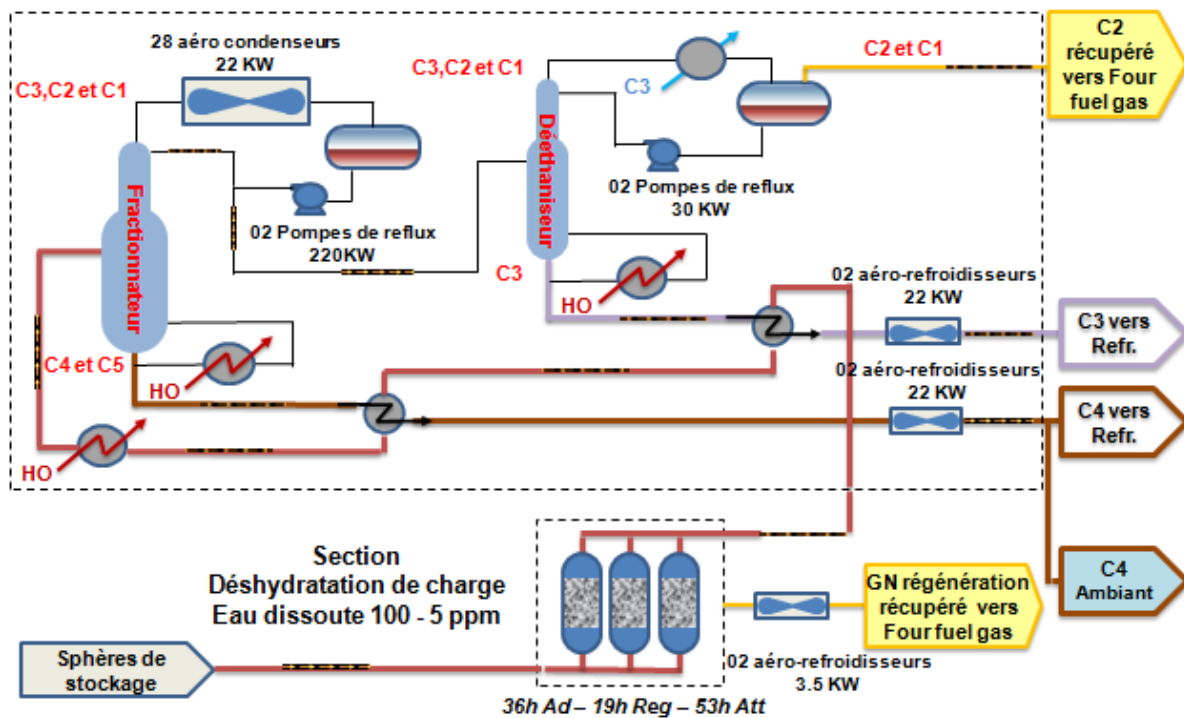


Figure III.3 : schéma représentatif de la section séparation.

III.2.3.3.1 Fractionnateur

Après la section de déshydratation, le GPL brut entre dans la section de séparation, comme alimentation du fractionnateur V-N101. Le GPL récupère d'abord la chaleur du propane produit sortant du fond du dérive dans le préchauffeur^o 1, E-N004, puis une autre récupération de chaleur dans le préchauffeur N° 2, EN005A~D, cette fois ci sur le produit du fond du fractionnateur.

Le GPL est finalement amené à son point de bulle dans le préchauffeur N° 3, E-N013, qui fait appel au fluide caloporteur avec contrôle de la température de sortie de l'E-N013. A la sortie de l'E-N013, le débit de charge est réglé selon le point de consigne du contrôleur de débit.

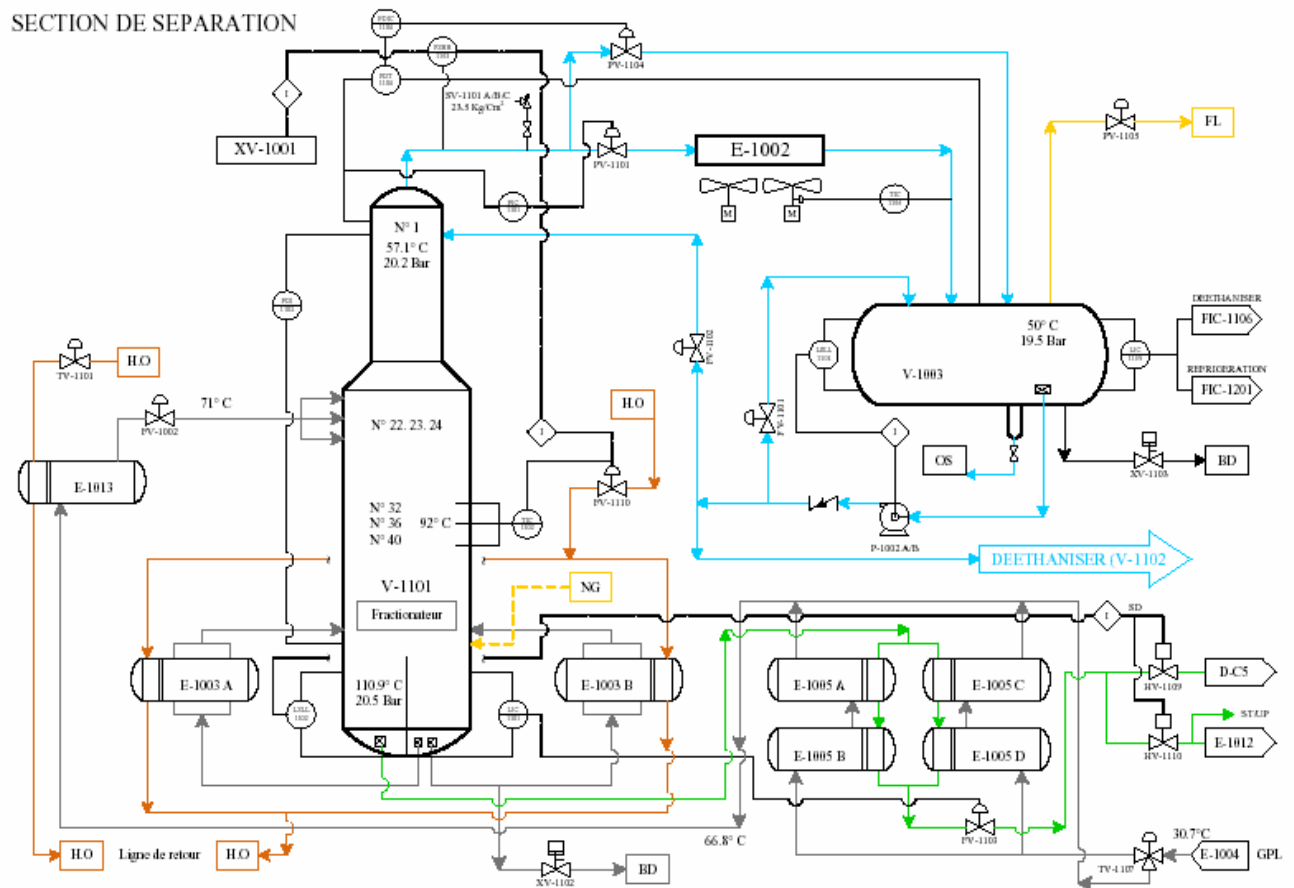


Figure III.4: schéma représentatif du Fractionnateur

Dans le fractionnateur, le GPL brut est séparé en un produit de butane au fond, et un produit de propane liquide en tête. La colonne comprend 55 plateaux à clapets.

Le fonctionnement du fractionnateur est réglé de manière à réaliser la séparation voulue en propane et en butane, tout en effectuant le taux de récupération recherchée. La pression en tête du fractionnateur est maintenue constante par action de la vanne placée dans la longe des vapeurs de tête vers l'aérocondenseur E-N002.

La pression dans le ballon de reflux est maintenue par un contrôleur de la différence de pression et un by-passe de gaz chaud E-N002. La température des condensats sortant de E-N002 est maintenue constante par le réglage du pas des pales du ventilateur. Les vapeurs de tête du V-N101 sont complètement condensées dans E-N002.

Une partie du condensât récupéré au V-N003 est repris par la pompe de reflux P-N002 et renvoyée au V-N101 comme reflux froid, sous contrôle du débit de liquide excédentaire à la sortie de P-N002, à savoir le produit de tête, est envoyé au dérive V-N102 sous contrôle du débit piloté par le contrôleur de niveau de V-N003.

Le liquide au fond du fractionnateur représente essentiellement un butane à teneur variable en pentane. En fonction de la teneur en pentane de la charge, le butane peut subir une dépentanisation ou non. En fonctionnement normal, le dépentaniseur n'est pas nécessaire. Ce qui explique le nombre faible des colonnes prévues (02) pour les neuf trains.

III.2.3.3.2 Déethaniseur

Afin de produire du propane commercial plus au moins pur les produits de tête de la colonne de fractionnement alimentent le déethaniseur. Ce dernier est une colonne de fractionnement équipée de 25 plateaux à clapets. Le propane sort au fond de la colonne à une température de 62 °C se dirige directement vers le premier préchauffeur du fractionnateur, passe ensuite vers les aéroréfrigérants E-N011 où il va être refroidi avant de pénétrer dans la section de réfrigération, où il est refroidi à - 38°C, enfin vers les sphères de stockage afin d'être expédiés sur le marché national. Le gaz riche en éthane sortant de la partie supérieure du déethaniseur est utilisé comme combustible du four.

III.2.3.3.3. Dépentaniseur

Il existe deux dépentaniseurs communs pour les 09 trains. Le rôle d'un dépentaniseur est d'éliminer les traces de pentane contenues dans le butane. La colonne est constituée de 50 plateaux à clapets. Le butane sortant de la tête du dépentaniseur, mélangé au reste du butane non dépentanisé est envoyé à la section de réfrigération. Le pentane recueilli du fond du dépentaniseur sera refroidi par aéroréfrigérant, et envoyé vers le stockage ambiant, cette opération est souvent by-passée car la charge de GPL arrive avec une très faible teneur en pentane.^[9]

SECTION DE SEPARATION

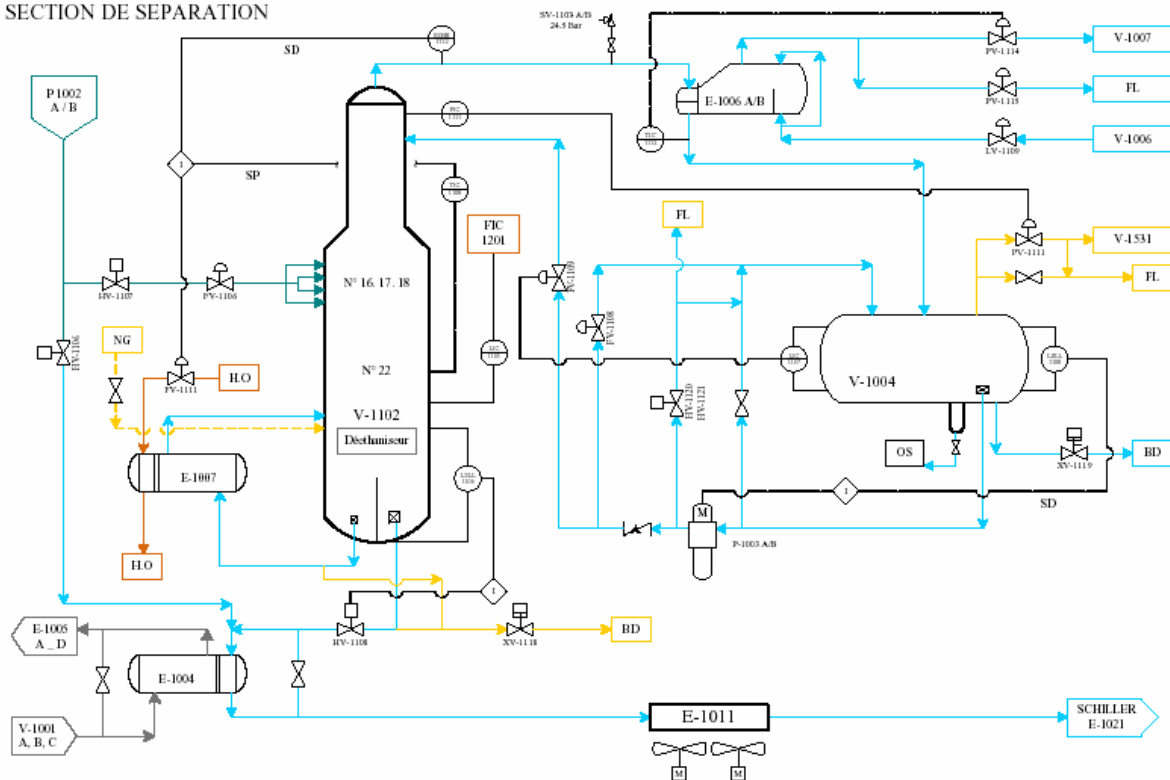


Figure III.5 :Schéma représentatif du Déthanneur

SECTION DE SEPARATION

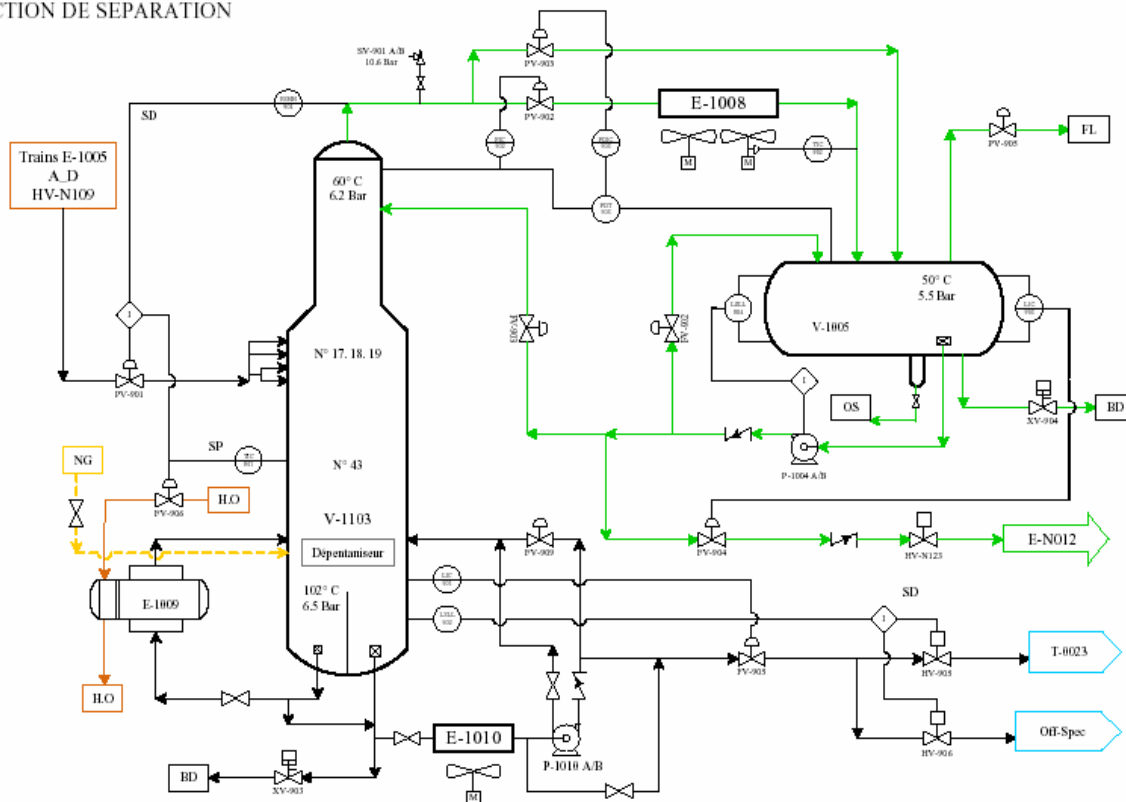


Figure III.6 : schéma représentatif du dépropaniseur

III.2.4 Section de Réfrigération :

Le but de cette section est de refroidir les produits finis à leur température de stockage (-38 ~ -42°C pour le propane et -8 ~ -10°C pour le butane). Les produits passent par un deuxième déshydrateur appelé déshydrateur de garde, qui réduit la teneur en eau de 5 ppm à 1 ppm, ensuite réfrigérés par trois (03) échangeurs suivant un cycle fermé formant une boucle de réfrigération, le fluide utilisé comme réfrigérant est le propane pur. Ce dernier est évaporé dans les échangeurs de chaleur. Cette évaporation provoque l'abaissement de température du produit à réfrigérer. Une partie du propane réfrigéré sera comprimée et envoyée au dééthaniseur comme réfrigérant de tête de colonne. Les vapeurs de propane générées sont comprimées par un compresseur centrifuge à trois (03) étages entraînés par une turbine à gaz, ensuite condensées dans les condenseurs de type aéroréfrigérant.

Les produits finis sont ensuite canalisés vers les bacs de stockage.^[9]

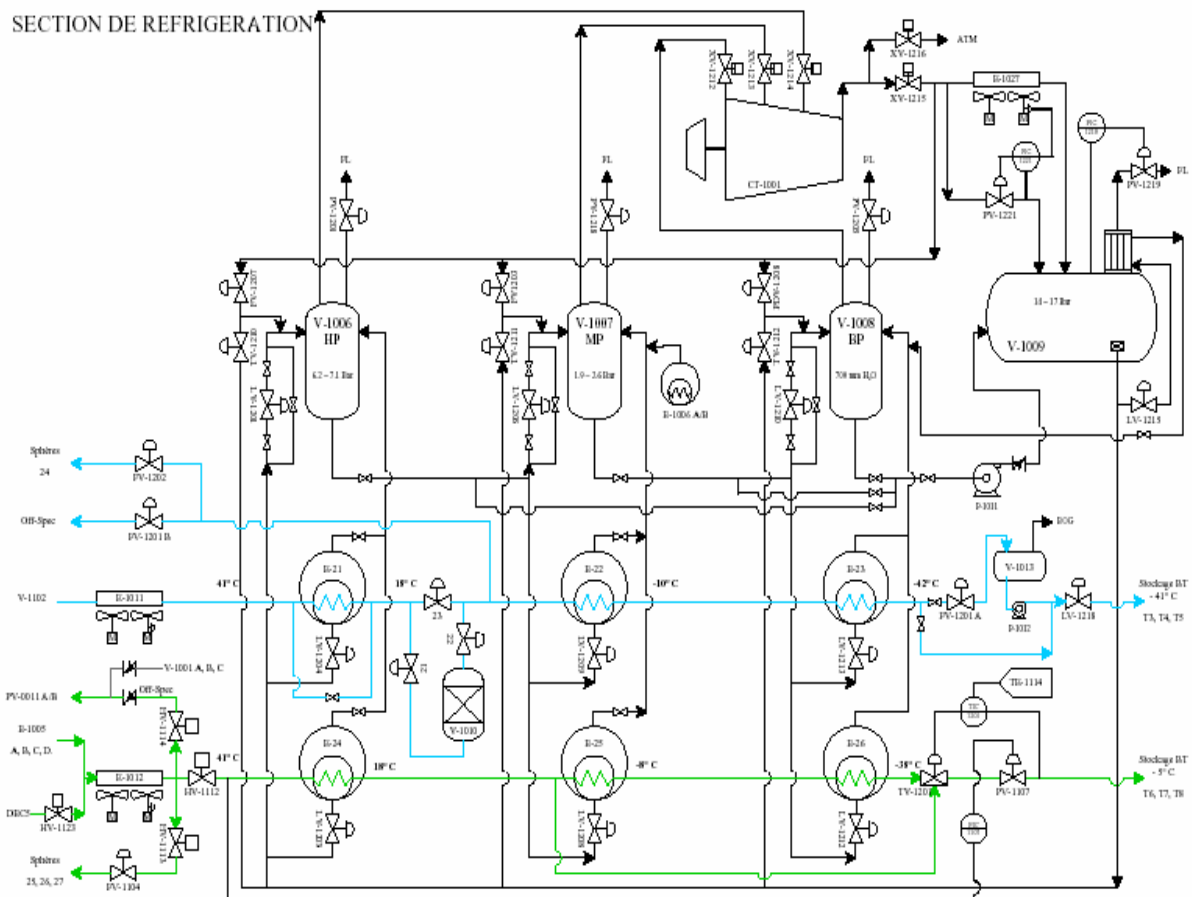


Figure III.7 : schéma représentatif de la Section Réfrigération.

III.2.5 Section d'huile chaude

Cette section d'huile caloporteur est utilisée comme source de chaleur pour les équipements suivants :

- Le troisième préchauffeur (E-1013)
- Les rebouilleurs de la section séparation : (E-1013A/B, E-1007, E-1009).
- Le gaz naturel de régénération de la section déshydratation.

Le circuit de l'huile est aussi une boucle fermée, les pompes en circulation aspirent l'huile du ballon d'expansion et le refoulent vers le four. Au niveau du four l'huile est chauffée premièrement par convection puis radiation jusqu'à 180°C ensuite elle est dirigée vers les différents utilisateurs, à son retour l'huile est refroidie à 130°C. [9]

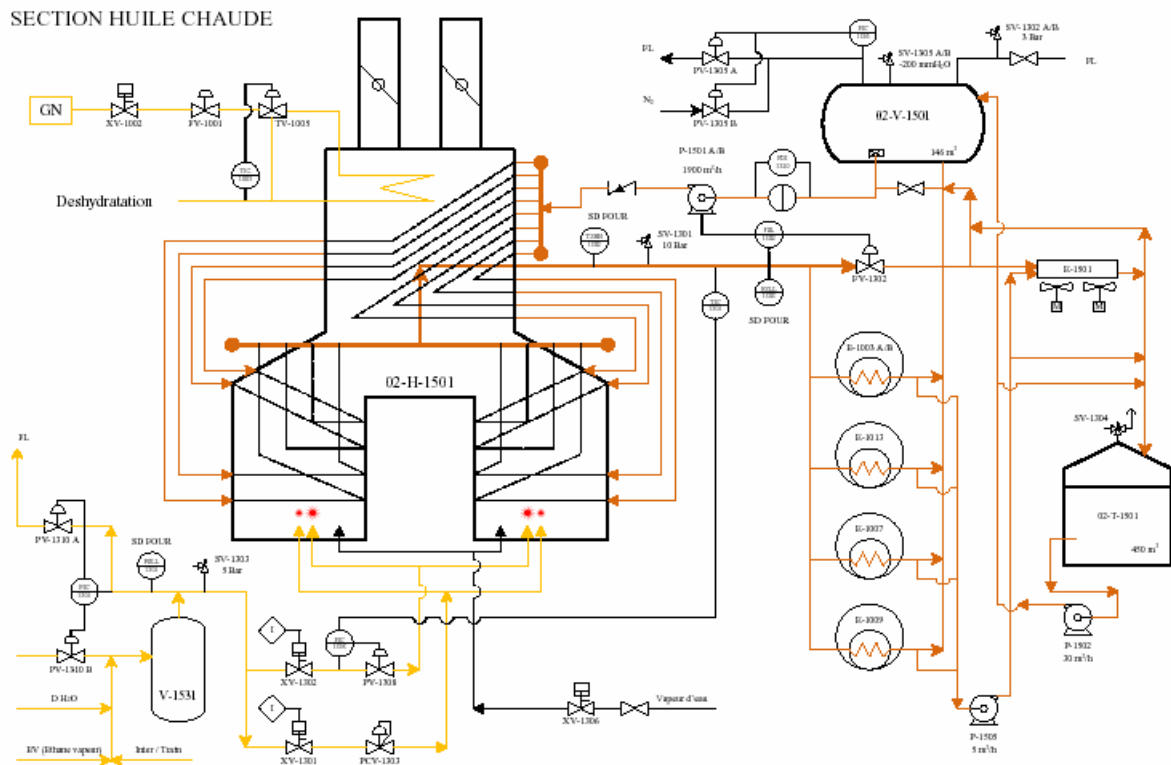


Figure III.8 : schéma représentatif de la Section d'huile chaude.

III.3 Application de l'ACV

III.3.1 Objectifs et champ de l'étude

L'objectif principal de la première partie de la présente étude est de fournir une analyse sur le process de la séparation de propane et butane de trois trains. De manière plus spécifique, l'objectif est d'évaluer les impacts sur l'environnement de la séparation de Propane et Butane.

III.3.2 Unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle est l'unité de référence qui sert de base pour des comparaisons entre les différents systèmes. L'unité choisie dans le cadre de cette étude correspond à 1 tonne de volume du GPL par an pour chaque train, Ce choix est en accord avec plusieurs études.

III.3.3 Définition du système étudié

La section séparation a pour but de séparer le Propane et le Butane contenus dans le GPL, et qui seront destinés pour la commercialisation plus tard.

Le complexe GP1/Z contient 9 trains et chaque train doit produire 1 million de tonnes par an de Propane et du Butane commercialisés.

III.3.4 Frontières du système

Les étapes du cycle de vie du procédé de séparation GPL sont indiquées sur la figure ci-dessous :

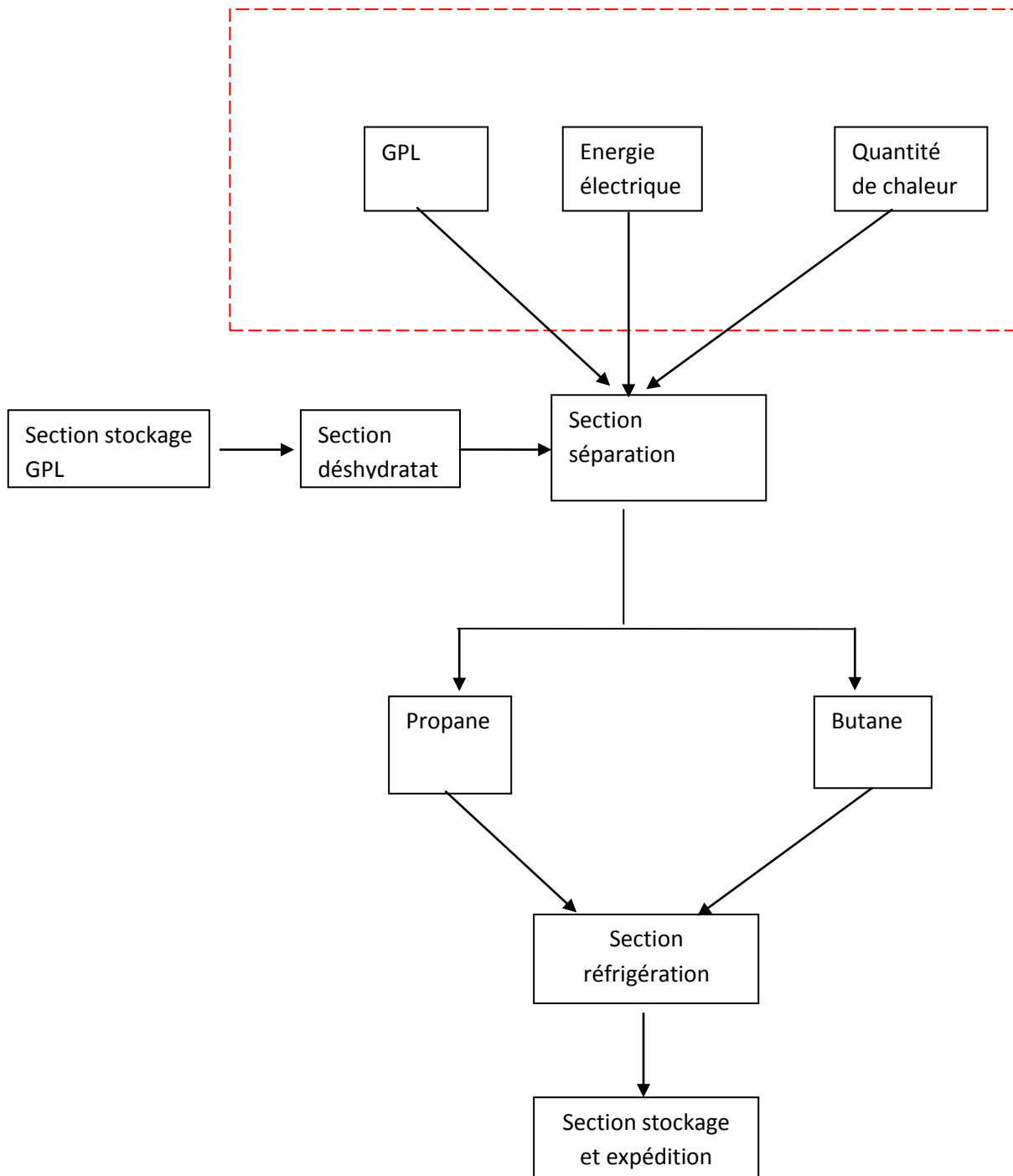


Figure III.9 : frontières du système

III.3.5 Réalisation de l'inventaire :

L'analyse de l'inventaire consiste en la collecte de données concernant l'utilisation des ressources, consommation d'énergie, les émissions et les produits résultant de chaque activité dans le système étudié. Dans cette étude, les données concernant les étapes de transformation, l'énergie et la consommation de matériaux de conditionnement ont été collectées auprès du complexe GP1/Z Sonatrach situé à ARZEW données de production de propane et butane. La source principale pour la production de l'électricité est le gaz naturel avec un pourcentage de plus de 97% (IEA, 2011).

III.4 Présentation des données utilisées

III.4.1 GPL

Le gaz de pétrole liquéfié est un mélange d'hydrocarbures légers stocké à l'état liquide, et issu du raffinage du pétrole pour 40 % et du traitement du gaz naturel pour 60 %. Les hydrocarbures constituant le GPL, dans son appellation officielle, sont essentiellement le propane et butane ; le mélange peut contenir jusqu'à 0,5 % d'autres hydrocarbures légers tels que le butadiène.

III.4.2 Propane

Le propane est un alcane linéaire de formule C_3H_8 . Il est dérivé d'autres produits pétroliers par des processus de thermochimie de gaz ou de pétrole. Il est couramment utilisé comme source d'énergie chimique par combustion dans les moteurs à combustion interne, barbecues et chaudières.

III.4.3 Butane

Le butane est un hydrocarbure saturé de la famille des alcanes de formule brute C_4H_{10} . Il existe sous 2 formes isomères, le butane ou n-butane et le 2-méthylpropane ou isobutane.

III.4.4 L'énergie électrique

L'énergie électrique est une énergie disponible sous forme de courant d'électrons (électricité). Cette énergie est utilisée directement pour produire de la chaleur.

III.4.5 Définition de la quantité de chaleur

La quantité de chaleur Q est la quantité d'énergie échangée par ces trois types de transferts, elle s'exprime en joules (J). Par convention, $Q > 0$ si le système reçoit de l'énergie. La

thermodynamique s'appuie sur le concept de chaleur pour ériger le premier et le deuxième principe de la thermodynamique.

III.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons expliqué les différentes sections du système dont le but est de traiter le mélange brut GPL afin de produire du propane commercial et du butane commercial. Par la suite nous avons fixé l'unité fonctionnelle qui correspond à 1 tonne de volume du GPL par an pour chaque train, puis nous avons réalisé un inventaire par la récolte des données proprement dite, qui est une phase souvent longue et fastidieuse.

CHAPITRE IV

IV.1 Introduction

L'usine de séparation de GPL situé à ARZEW/ORAN contribue à environ 9 millions de tonnes de propane et de butane par an, ce qui aura contrairement des impacts à court et à long terme sur l'environnement et la santé humaine. Ceci est prouvé tout au long de l'étude ACV, qui est menée pour ce procédé particulier à l'aide du logiciel SimaPro. Pour l'unité fonctionnelle, soit une tonne de GPL. Nous allons à présent interpréter les résultats obtenus, et proposer quelques pistes d'amélioration grâce auxquelles l'impact environnemental généré pourra diminuer.

IV.2 Données d'entrée

Afin d'évaluer les impacts environnementaux des trois trains du complexe GP1/Z situé à Arzew, il nous a fallu récolter les données présentées sur les tableaux ci-dessous :

Tableau IV.1: Données utilisées pour le premier train.

GPL	1074787 tonnes par an
Butane	600000 tonnes par an
Propane	400000 tonnes par an
Énergie électrique	3216 KWh
Quantité de chaleur	-22458 Kcal

Tableau IV.2: Données utilisées pour le deuxième train.

GPL	1074787 tonnes par an
Butane	600000 tonnes par an
Propane	400000 tonnes par an
Énergie électrique	2701 KWh
Quantité de chaleur	-22458 Kcal

Tableau IV.3: Données utilisées pour le troisième train.

GPL	1074787 tonnes par an
Butane	600000 tonnes par an
Propane	400000 tonnes par an
Énergie électrique	2597 KWh
Quantité de chaleur	-22458 Kcal

IV.3 Evaluation des impacts

Les résultats ont été obtenus avec la méthode IMPACT 2002+^[8]. Les catégories d'impact retenues dans cette étude sont présentées sur les graphes ci-dessous.

IV.3.1 Résultats de la simulation pour les trois trains

IV.3.1.1 Premier train

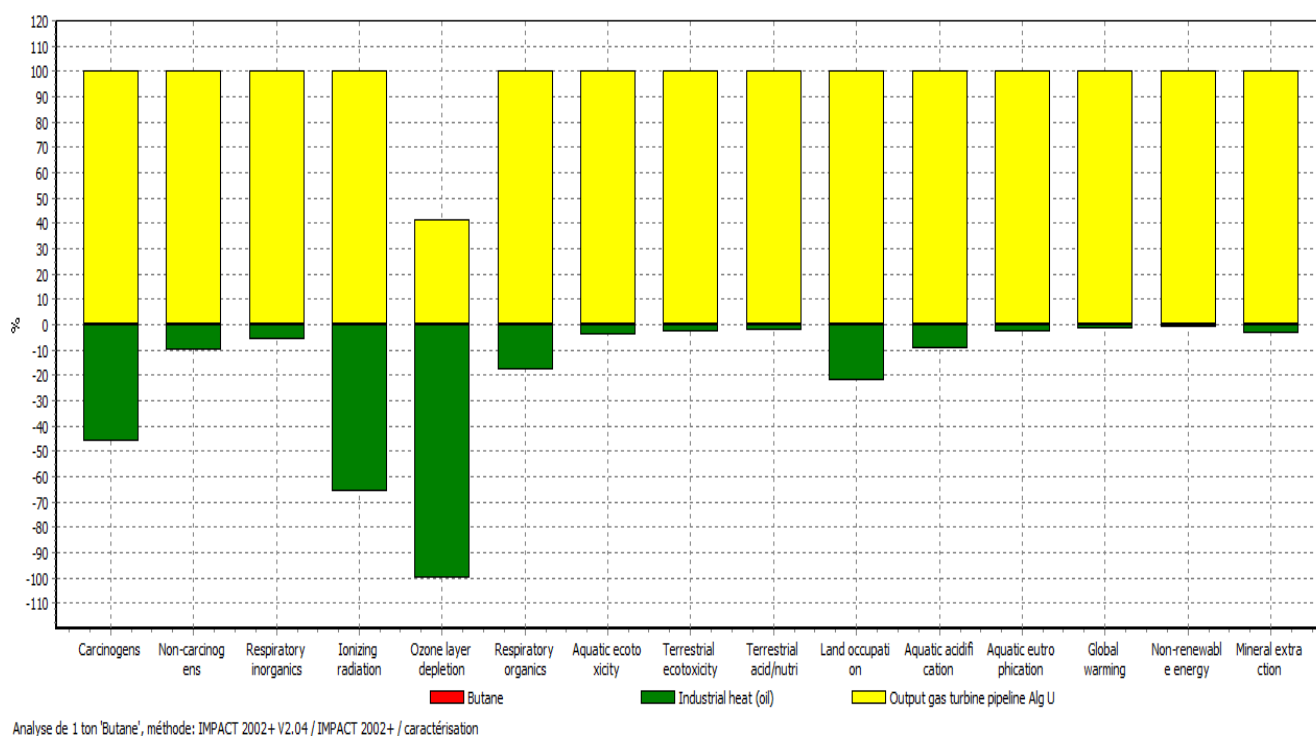


Figure IV.1: Graphe(1) représentatif des résultats de la simulation pour le premier train (butane).

Figure IV.2 : Récapitulation des résultats du graphe(1).

Catégorie d'impact /	Unité	Total	Butane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
Carcinogens	kg C2H3Cl eq	1.54E-7	0	-1.32E-7	2.87E-7
Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq	1.03E-6	0	-1.18E-7	1.14E-6
Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq	4.9E-7	0	-3.02E-8	5.2E-7
Ionizing radiation	Bq C-14 eq	7.65E-5	0	-0.000148	0.000224
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	-1.45E-11	0	-2.47E-11	1.02E-11
Respiratory organics	kg C2H4 eq	1.14E-7	0	-2.51E-8	1.39E-7
Aquatic ecotoxicity	kg TEG water	0.0729	0	-0.00303	0.0759
Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil	0.0126	0	-0.000379	0.013
Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq	2.16E-5	0	-4.82E-7	2.21E-5
Land occupation	m2org.arable	3.43E-7	0	-9.62E-8	4.39E-7
Aquatic acidification	kg SO2 eq	2.59E-6	0	-2.73E-7	2.86E-6
Aquatic eutrophication	kg PO4 P-lim	2.77E-9	0	-8.95E-11	2.86E-9
Global warming	kg CO2 eq	0.00115	0	-1.81E-5	0.00116
Non-renewable energy	MJ primary	0.0191	0	-0.000256	0.0193
Mineral extraction	MJ surplus	1.39E-6	0	-5.59E-8	1.44E-6

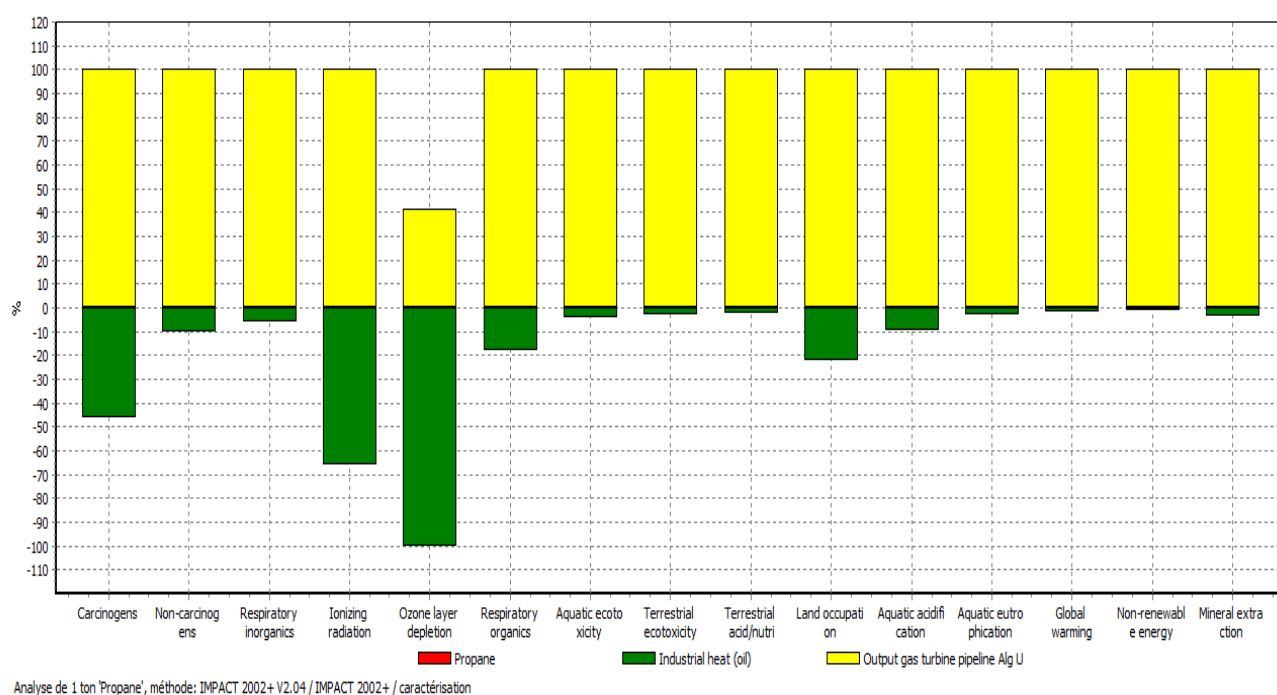
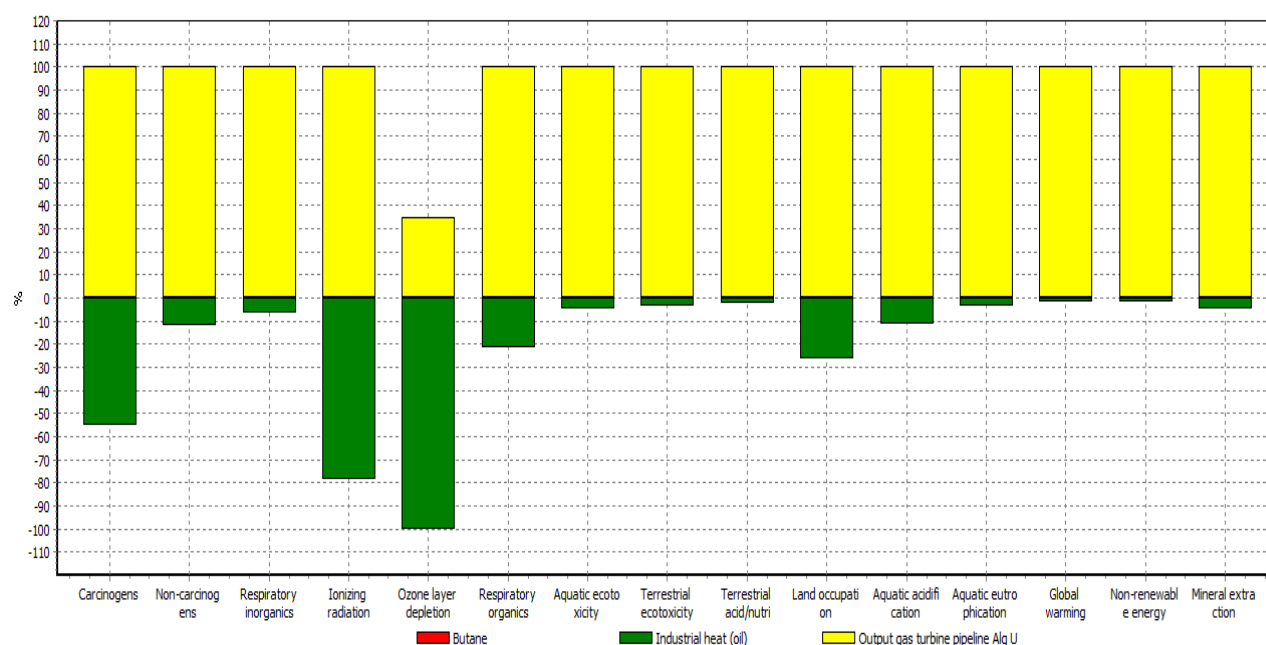


Figure IV.3 : Graphe(2) représentatif des résultats de la simulation pour le premier train (propane).

Figure IV.4 : Récapitulation des résultats du graphe (2).

Catégorie d'impact /	Unité	Total	Propane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
Carcinogens	kg C2H3Cl eq	2.32E-7	0	-1.98E-7	4.3E-7
Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq	1.54E-6	0	-1.76E-7	1.72E-6
Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq	7.35E-7	0	-4.52E-8	7.81E-7
Ionizing radiation	Bq C-14 eq	0.000115	0	-0.000222	0.000336
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	-2.17E-11	0	-3.71E-11	1.54E-11
Respiratory organics	kg C2H4 eq	1.7E-7	0	-3.77E-8	2.08E-7
Aquatic ecotoxicity	kg TEG water	0.109	0	-0.00455	0.114
Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil	0.019	0	-0.000568	0.0195
Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq	3.24E-5	0	-7.22E-7	3.31E-5
Land occupation	m2org.arable	5.14E-7	0	-1.44E-7	6.58E-7
Aquatic acidification	kg SO2 eq	3.88E-6	0	-4.09E-7	4.29E-6
Aquatic eutrophication	kg PO4 P-lim	4.15E-9	0	-1.34E-10	4.29E-9
Global warming	kg CO2 eq	0.00172	0	-2.71E-5	0.00175
Non-renewable energy	MJ primary	0.0286	0	-0.000384	0.029
Mineral extraction	MJ surplus	2.08E-6	0	-8.39E-8	2.17E-6

IV.2.1.2 Deuxième train

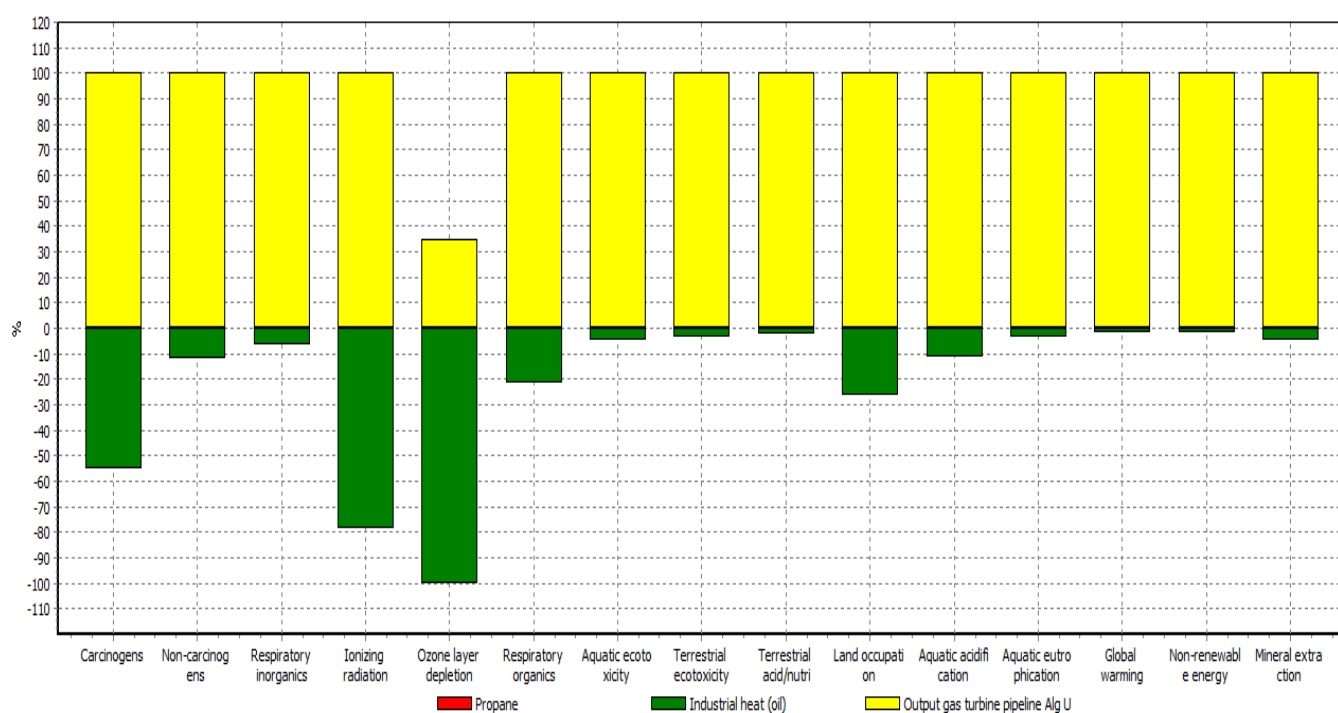


Analyse de 1 ton 'Butane', méthode: IMPACT 2002+ V2.04 / IMPACT 2002+ / caractérisation

Figure IV.5 : Graphe(3) représentatif des résultats de la simulation pour le deuxième train (butane).

Figure IV.6 : Récapitulation des résultats du graphe (3).

Catégorie d'impact /	Unité	Total	Butane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
Carcinogens	kg C2H3Cl eq	1.08E-7	0	-1.32E-7	2.41E-7
Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq	8.44E-7	0	-1.18E-7	9.61E-7
Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq	4.07E-7	0	-3.02E-8	4.37E-7
Ionizing radiation	Bq C-14 eq	4.06E-5	0	-0.000148	0.000188
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	-1.61E-11	0	-2.47E-11	8.6E-12
Respiratory organics	kg C2H4 eq	9.14E-8	0	-2.51E-8	1.17E-7
Aquatic ecotoxicity	kg TEG water	0.0607	0	-0.00303	0.0638
Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil	0.0106	0	-0.000379	0.0109
Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq	1.8E-5	0	-4.82E-7	1.85E-5
Land occupation	m2org,arable	2.72E-7	0	-9.62E-8	3.69E-7
Aquatic acidification	kg SO2 eq	2.13E-6	0	-2.73E-7	2.4E-6
Aquatic eutrophication	kg PO4 P-lim	2.31E-9	0	-8.95E-11	2.4E-9
Global warming	kg CO2 eq	0.00096	0	-1.81E-5	0.000978
Non-renewable energy	MJ primary	0.016	0	-0.000256	0.0162
Mineral extraction	MJ surplus	1.16E-6	0	-5.59E-8	1.21E-6



Analyse de 1 ton 'Propane', méthode: IMPACT 2002+ V2.04 / IMPACT 2002+ / caractérisation

Figure IV.7 : Graphe(4) représentatif des résultats de la simulation pour le deuxième train (propane).

Figure IV.8 : Récapitulation des résultats du graphe (4).

Catégorie d'impact /	Unité	Total	Propane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
Carcinogens	kg C2H3Cl eq	1.63E-7	0	-1.98E-7	3.61E-7
Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq	1.27E-6	0	-1.76E-7	1.44E-6
Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq	6.1E-7	0	-4.52E-8	6.56E-7
Ionizing radiation	Bq C-14 eq	6.08E-5	0	-0.000222	0.000283
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	-2.42E-11	0	-3.71E-11	1.29E-11
Respiratory organics	kg C2H4 eq	1.37E-7	0	-3.77E-8	1.75E-7
Aquatic ecotoxicity	kg TEG water	0.0911	0	-0.00455	0.0956
Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil	0.0158	0	-0.000568	0.0164
Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq	2.71E-5	0	-7.22E-7	2.78E-5
Land occupation	m2org,arable	4.09E-7	0	-1.44E-7	5.53E-7
Aquatic acidification	kg SO2 eq	3.19E-6	0	-4.09E-7	3.6E-6
Aquatic eutrophication	kg PO4 P-lim	3.46E-9	0	-1.34E-10	3.6E-9
Global warming	kg CO2 eq	0.00144	0	-2.71E-5	0.00147
Non-renewable energy	MJ primary	0.024	0	-0.000384	0.0244
Mineral extraction	MJ surplus	1.74E-6	0	-8.39E-8	1.82E-6

IV.2.1.3 Troisième train

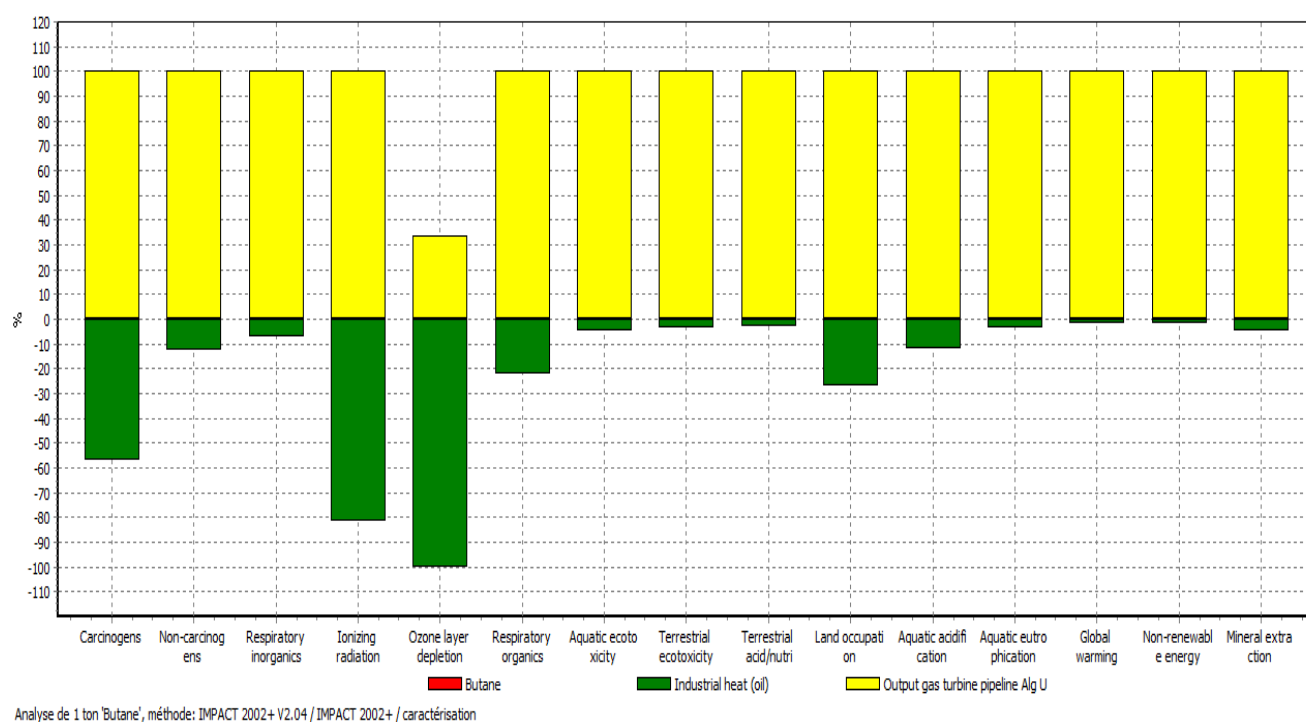
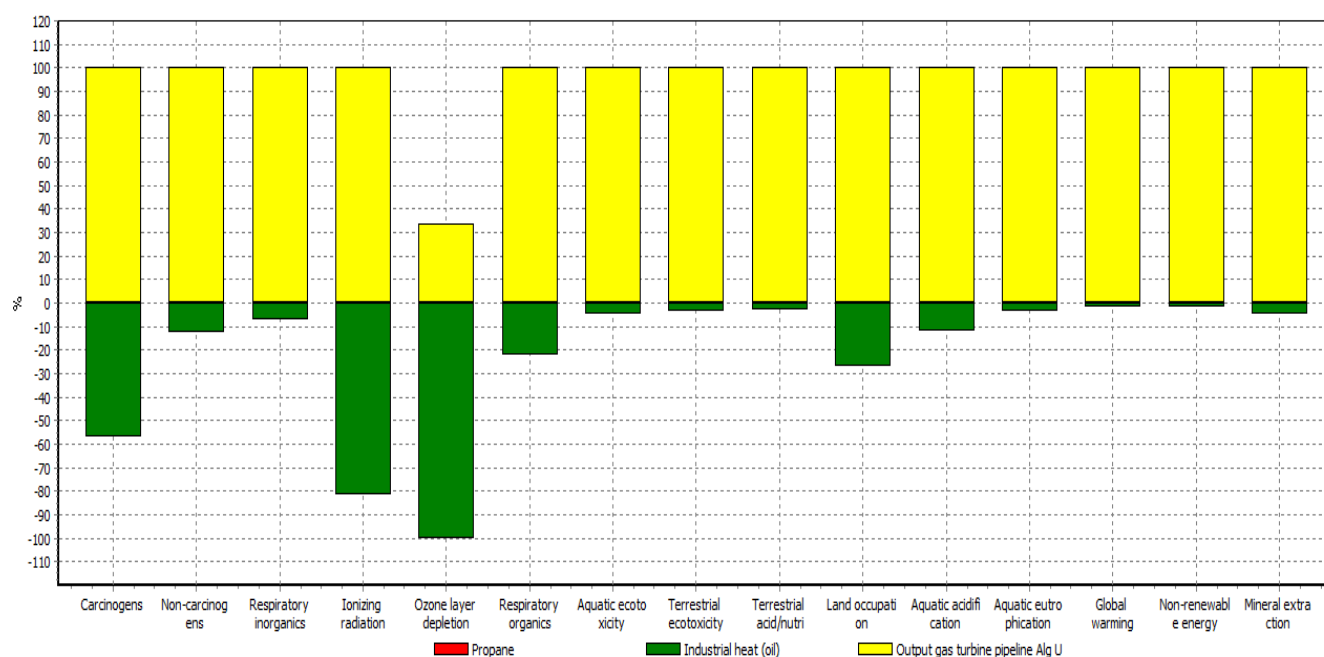


Figure IV.9 : Graphe(5) représentatif des résultats de la simulation pour le troisième train (butane).

Figure IV.10 : Récapitulation des résultats du graphe (5).

Catégorie d'impact /	Unité	Total	Butane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
Carcinogens	kg C2H3Cl eq	9.92E-8	0	-1.32E-7	2.31E-7
Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq	8.07E-7	0	-1.18E-7	9.24E-7
Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq	3.9E-7	0	-3.02E-8	4.2E-7
Ionizing radiation	Bq C-14 eq	3.33E-5	0	-0.000148	0.000181
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	-1.64E-11	0	-2.47E-11	8.27E-12
Respiratory organics	kg C2H4 eq	8.69E-8	0	-2.51E-8	1.12E-7
Aquatic ecotoxicity	kg TEG water	0.0583	0	-0.00303	0.0613
Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil	0.0101	0	-0.000379	0.0105
Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq	1.73E-5	0	-4.82E-7	1.78E-5
Land occupation	m2org.arable	2.58E-7	0	-9.62E-8	3.54E-7
Aquatic acidification	kg SO2 eq	2.04E-6	0	-2.73E-7	2.31E-6
Aquatic eutrophication	kg PO4 P-lim	2.22E-9	0	-8.95E-11	2.31E-9
Global warming	kg CO2 eq	0.000922	0	-1.81E-5	0.00094
Non-renewable energy	MJ primary	0.0154	0	-0.000256	0.0156
Mineral extraction	MJ surplus	1.11E-6	0	-5.59E-8	1.17E-6



Analyse de 1 ton 'Propane', méthode: IMPACT 2002+ V2.04 / IMPACT 2002+ / caractérisation

Figure IV.11 : Graphe(6) représentatif des résultats de la simulation pour le troisième train (propane).

Figure IV.12 : Récapitulation des résultats du graphe (6).

Catégorie d'impact /	Unité	Total	Propane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
Carcinogens	kg C2H3Cl eq	1.49E-7	0	-1.98E-7	3.47E-7
Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq	1.21E-6	0	-1.76E-7	1.39E-6
Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq	5.85E-7	0	-4.52E-8	6.3E-7
Ionizing radiation	Bq C-14 eq	5E-5	0	-0.000222	0.000272
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	-2.47E-11	0	-3.71E-11	1.24E-11
Respiratory organics	kg C2H4 eq	1.3E-7	0	-3.77E-8	1.68E-7
Aquatic ecotoxicity	kg TEG water	0.0874	0	-0.00455	0.092
Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil	0.0152	0	-0.000568	0.0158
Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq	2.6E-5	0	-7.22E-7	2.67E-5
Land occupation	m2org.arable	3.87E-7	0	-1.44E-7	5.32E-7
Aquatic acidification	kg SO2 eq	3.05E-6	0	-4.09E-7	3.46E-6
Aquatic eutrophication	kg PO4 P-lim	3.33E-9	0	-1.34E-10	3.46E-9
Global warming	kg CO2 eq	0.00138	0	-2.71E-5	0.00141
Non-renewable energy	MJ primary	0.023	0	-0.000384	0.0234
Mineral extraction	MJ surplus	1.67E-6	0	-8.39E-8	1.75E-6

IV.2.2 Interpretation des résultats

Les résultats de la simulation nous montre que l'énergie électrique provoque les impacts les plus majeurs par rapport à l'énergie calorifique , le butane et le propane .

Tous les impacts sont à un niveau excessif arrivant à 100% mis à part la destruction de la couche d'ozone.

Ces impacts peuvent être classés en quatre catégories principales :

- Impacts pour l'air: Particules et effets respiratoires des substances organiques et inorganiques, le réchauffement climatique; ces impacts peuvent être responsables de la détérioration de la santé humaine.
ils peuvent notamment causer des problèmes cardiovasculaires, des crises d'asthmes, des cancers du poumon et des maladies du sang.

Impacts pour l'eau: Ecotoxicité aquatique, acidification aquatique, eutrophisation aquatique qui est l'ensemble des symptômes que présente un écosystème aquatique à la suite d'un apport excessif de nutriments, cela stimule fortement la croissance des organismes végétaux entrainant le développemnt soudain de plantes ou d'algues. ^[10]

- Impacts pour la santé humaine : substances cancerigènes et non-cancerigènes, rayonnements ionisants (rayonnements électromagnétiques pouvant altérer le fonctionnement des organes).
- Impacts pour le sol: occupation des sols, ecotoxicité territorial, acidification territorial, épuisement des énergies non-renouvelables.

L'impact le plus marquant provoqué par l'énergie électrique c'est le réchauffement climatique (global warming), le phénomène qui représente l'augmentation des températures moyennes de l'air près de la surface de la terre dû aux émissions de : H_2O , CO_2 et CH_4 ; ces gaz déséquilibrent le phénomène naturel de l'effet de serre en absorbant une partie des rayons solaires et en les redistribuant ensuite sous forme de radiations.

Les énergies non renouvelables sont issues de sources naturelles dont le stock s'épuise en fonction de la consommation.

L'impact le plus faible entraîné par ce processus est la destruction de la couche d'ozone (35% _ 40%), ceci prouve que le processus de séparation du GPL n'a pas un effet significatif sur la couche d'ozone.

La chaleur utilisée dans ce processus n'a pas d'impacts sur l'environnement grâce à l'endothermicité du système (la température de sortie est inférieure à celle d'entrée).

IV.3 Conclusion et recommandations

L'analyse du cycle de vie est un modèle de transformations mathématiques permettant de transformer des flux en impacts environnementaux potentiels, ceci par l'utilisation de logiciel de simulation. Notre choix s'est porté sur le logiciel SimaPro pour plusieurs raisons ; tout d'abord, nous disposons du logiciel et nous avons déjà reçu une initiation concernant son utilisation, de plus, SimaPro est un logiciel de simulation rattaché à une base de données accessible et très riche qui nous permet de soumettre les données du processus étudié.

Afin d'atténuer les gaz à effet de serre (global warming) mentionnés sur les résultats de la simulation du logiciel simaPro, nous pouvons proposer quelque recommandation :

- Privilégier l'utilisation des énergies renouvelables c'est l'une des manières qui permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre, telles que l'énergie éolienne et solaire.

Le vent et le soleil offrent des quantités infinies d'énergie, contrairement aux énergies fossiles dont les réserves finiront par s'épuiser.

- Mettre en place des systèmes qui émettent moins de gaz à effet de serre ainsi que des équipements techniques et technologiques à performance énergétique élevée.
- Activer la mise en veille automatique des appareils numériques après une longue période d'utilisation et parfois les arrêter complètement. Cela permettra d'éviter le gaspillage des ressources énergétiques
- La compensation du carbone qui consiste à financer un projet environnemental qui permet la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère qui permet d'atteindre la neutralité carbone.

Conclusion générale

Conclusion générale

La méthodologie d'Analyse du Cycle de Vie représente un outil très pointu permettant la quantification des impacts environnementaux pour divers produits, services, procédés, etc. basée sur une approche multi-étape et multi-critère.

Ce travail a pour but d'évaluer les impacts environnementaux du processus de séparation de GPL au sein du complexe d'Arzew. Cette étude pratique a été réalisée avec le logiciel d'ACV SimaPro, c'est l'un des logiciels qui facilite la réalisation de l'analyse du cycle de vie et qui permet de mener à bien toutes les étapes de modélisation, de calculs et d'interprétation des résultats nécessaires à la réalisation d'une ACV.

Grace à cette étude, nous avons pu identifier l'énergie qui provoque le plus d'impact liée à l'environnement dans toutes les catégories, l'air, l'eau, le sol et la santé humaine. Chaque catégorie représente trois à deux effets importants, on mentionne le réchauffement climatique qui est un effet important et dangereux. La destruction de la couche d'ozone marque l'exception, c'est l'impact le plus faible entraînée par ce process dont le rôle essentiel est la filtration des rayons solaires ultraviolets. L'énergie calorifique n'a aucun impact ceci revient à l'endothermicité du système. Aucun impact n'a été détecté quant à l'utilisation du butane et du propane.

Dans le but d'atténuer, pour quoi pas éliminer définitivement les différents effets obtenus par le logiciel de simulation SimaPro, nous avons proposé quelques recommandations.

Bibliographie

- [1]** :Réthoré Olivier et Le Féon Samuel.L'encyclopédie du développement durable, Septembre 2010.
- [2]** : Élodie péchenart, Arnaud.Les Techniques de l'ingénieur (SimaPro : logiciel d'analyse de cycle de vie) , 10 oct 2014
- [3]** :Meryem El Faiz.Analyse du cycle de vie, Mémoire de fin d'étude. Université LAVAL, Québec Canada, 2020.
- [4]** : UVED, Université virtuelle environnement et développement durable, juin 2012.
- [5]** : Guillaume Jean Grenier.Territoires innovants en économie sociale et solidaire, Liaison et Transfert, Québec, Mars 2018.
- [6]**:AmzaneAlsabri , furqantahir , Sami G AL-Ghamdi.Life cycle assessment of polypropylene production in the gulf cooperation council , 2 novembre 2021.
- [7]**:S.Sulistyawanti. Impacts Assessment of crude oil Exploration Using Life cycle Assessment, 2020
- [8]**:KESRI-YOUNSI Farroudja. Évaluation environnementale de l'industrie agroalimentaire par application de la méthodologie analyse de cycle de vie « ACV ». Université de Boumerdes.2018
- [9]**: Document de l'entreprise.
- [10]**: eaufrance, LE SERVICE PUBLIC D'INFORMATION SUR L'EAU.

Annexe

Certificats ISO obtenus par le complexe GP1Z



BUREAU VERITAS
Certification

Complexe GP1Z
BP 39 Bethioua – 31210 – Oran.
Algérie

Bureau Veritas Certification Certifie que le système de management de l'organisme susmentionné a été audité et jugé conforme aux exigences de la norme :

Standard

ISO 9001 : 2015

Domaine d'activité

**PRODUCTION, STOCKAGE ET EXPEDITION DU GAZ DE PETROLE
(PROPANE ET BUTANE) LIQUEFIE ET SOUS PRESSION**

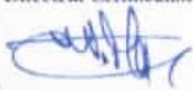
Date de début du cycle de certification: **07 Février 2019**

Sous réserve du fonctionnement continu et satisfaisant du système de management de l'organisme, ce certificat est valable jusqu'au: **06 Février 2022**

Date originale de certification : **07 Février 2019**

Affaire n° : **DZ 297 0759** Date : **07 Février 2019**

Mouna TEMSAMANI
Directeur Certification



cofrac
CERTIFICATION
DE SYSTEMES
DE MANAGEMENT
ACCREDITATION
N° 4 00 04
MARS 1997
RESPONSABLE SUR
WWW.COFRAC.FR

Adresse de l'organisme certifié: La palme, lotissement Al abak, annuaire Signia
N° 449 456, 4ème étage, Bd Mawoud, Casablanca Maroc

Des informations supplémentaires concernant le périmètre de ce certificat ainsi que l'applicabilité des exigences du système de management doivent être obtenues en consultant l'organisme. Pour vérifier la validité de ce certificat, vous pouvez téléphoner au : (0) 212 532 541 540.

BUREAU VERITAS
Certification



Complexe GP1Z
BP 39 Bethioua – 31210 – Oran.
Algérie

*Bureau Veritas Certification Certifie que le système de management de
l'organisme susmentionné a été audité et jugé conforme aux exigences de la
norme :*

Standard

ISO 14001 : 2015

Domaine d'activité

**PRODUCTION, STOCKAGE ET EXPEDITION DU GAZ DE PETROLE
(PROPANE ET BUTANE) LIQUEFIE ET SOUS PRESSION**

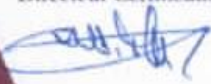
Date de début du cycle de certification: **07 Février 2019**

Sous réserve du fonctionnement continu et satisfaisant du système de management
de l'organisme, ce certificat est valable jusqu'au: **06 Février 2022**

Date originale de certification : **07 Février 2019**

Affaire n° : **DZ 297 0759**

Date : **07 Février 2019**


Mouna TEMSAMANI
Directeur Certification




Adresse de l'organisme certifié : La colline, lotissement Al abak, Immeuble Sigma
N° 449 450, 4ème étage, Sidi Maarouf, Casablanca Maroc

Des informations supplémentaires concernant le périmètre de ce certificat ainsi que l'applicabilité des
exigences du système de management peuvent être obtenues en consultant l'organisme. Pour vérifier la
validité de ce certificat, vous pouvez téléphoner au : (+33) 212 522 545 591

I. Inventaire du premier train

a. Butane

Non	Processus	Projet	Unité	Total	Butane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
	Total of all processes		Pt	2.99E-7	-	-6.88E-9	3.06E-7
	Processus restants		Pt	3.97E-9	-	0	3.97E-9
1	Output gas turbine pipeline Alg U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.61E-7	x	x	1.61E-7
2	Raw natural gas Alg. U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.23E-7	x	x	1.23E-7
3	Drilling waste to land farming U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	7.99E-9	x	x	7.99E-9
4	Output flare production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	5.38E-9	x	x	5.38E-9
5	Output gas turbine production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	3.56E-9	x	x	3.56E-9
6	Diesel in diesel generator onshore U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.26E-9	x	x	1.26E-9
7	Industrial heat (oil)	LCA Food DK	Pt	-6.88E-9	x	-6.88E-9	x

b. Propane

Non	Processus	Projet	Unité	Total	Propane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
	Total of all processes		Pt	4.49E-7	-	-1.03E-8	4.59E-7
	Processus restants		Pt	5.96E-9	-	0	5.96E-9
1	Output gas turbine pipeline Alg U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	2.42E-7	x	x	2.42E-7
2	Raw natural gas Alg. U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.84E-7	x	x	1.84E-7
3	Drilling waste to land farming U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.2E-8	x	x	1.2E-8
4	Output flare production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	8.07E-9	x	x	8.07E-9
5	Output gas turbine production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	5.33E-9	x	x	5.33E-9
6	Diesel in diesel generator onshore U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.89E-9	x	x	1.89E-9
7	Industrial heat (oil)	LCA Food DK	Pt	-1.03E-8	x	-1.03E-8	x

II. Inventaire du deuxième train

a. Butane

Non	Processus	Projet	Unité	Total	▽ Butane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
	Total of all processes		Pt	2.5E-7	-	-6.88E-9	2.57E-7
	Processus restants		Pt	3.34E-9	-	0	3.34E-9
1	Output gas turbine pipeline Alg U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.36E-7	x	x	1.36E-7
2	Raw natural gas Alg. U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.03E-7	x	x	1.03E-7
3	Drilling waste to land farming U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	6.71E-9	x	x	6.71E-9
4	Output flare production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	4.52E-9	x	x	4.52E-9
5	Output gas turbine production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	2.99E-9	x	x	2.99E-9
6	Diesel in diesel generator onshore U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.06E-9	x	x	1.06E-9
7	Industrial heat (oil)	LCA Food DK	Pt	-6.88E-9	x	-6.88E-9	x

b. Propane

Non	Processus	Projet	Unité	Total	▽ Propane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
	Total of all processes		Pt	3.76E-7	-	-1.03E-8	3.86E-7
	Processus restants		Pt	5.01E-9	-	0	5.01E-9
1	Output gas turbine pipeline Alg U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	2.03E-7	x	x	2.03E-7
2	Raw natural gas Alg. U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.55E-7	x	x	1.55E-7
3	Drilling waste to land farming U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.01E-8	x	x	1.01E-8
4	Output flare production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	6.77E-9	x	x	6.77E-9
5	Output gas turbine production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	4.48E-9	x	x	4.48E-9
6	Diesel in diesel generator onshore U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.59E-9	x	x	1.59E-9
7	Industrial heat (oil)	LCA Food DK	Pt	-1.03E-8	x	-1.03E-8	x

III. Inventaire du troisième train

a. Butane

Non	Processus	Projet	Unité	Total	Butane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
	Total of all processes		Pt	2.4E-7	-	-6.88E-9	2.47E-7
	Processus restants		Pt	3.21E-9	-	0	3.21E-9
1	Output gas turbine pipeline Alg U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.3E-7	x	x	1.3E-7
2	Raw natural gas Alg, U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	9.91E-8	x	x	9.91E-8
3	Drilling waste to land farming U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	6.45E-9	x	x	6.45E-9
4	Output flare production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	4.34E-9	x	x	4.34E-9
5	Output gas turbine production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	2.87E-9	x	x	2.87E-9
6	Diesel in diesel generator onshore U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.02E-9	x	x	1.02E-9
7	Industrial heat (oil)	LCA Food DK	Pt	-6.88E-9	x	-6.88E-9	x

b. Propane

Non	Processus	Projet	Unité	Total	Propane	Industrial heat (oil)	Output gas turbine pipeline Alg U
	Total of all processes		Pt	3.61E-7	-	-1.03E-8	3.71E-7
	Processus restants		Pt	4.81E-9	-	0	4.81E-9
1	Output gas turbine pipeline Alg U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.95E-7	x	x	1.95E-7
2	Raw natural gas Alg, U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.49E-7	x	x	1.49E-7
3	Drilling waste to land farming U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	9.68E-9	x	x	9.68E-9
4	Output flare production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	6.51E-9	x	x	6.51E-9
5	Output gas turbine production sweet gas U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	4.31E-9	x	x	4.31E-9
6	Diesel in diesel generator onshore U	ETH-ESU 96 Unit process	Pt	1.53E-9	x	x	1.53E-9
7	Industrial heat (oil)	LCA Food DK	Pt	-1.03E-8	x	-1.03E-8	x