



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPEREUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

كلية العلوم و التكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES



N°d'ordre : M2/GPE/GC/2019

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN GENIE DES PROCEDES

Option: GENIE CHIMIQUE

Option: GENIE DES PROCEDES DE L'ENVIRONNEMENT

Thème :

**Proposition d'une nouvelle ligne de la récupération des gaz torchés lors
d'un arrêt programmé et l'arrêt d'urgence d'un train dans la phase
liquide au niveau de complexe GP1/Z**

Présenter Par :

Brahimi Hichem

Boualem Fawzia

Soutenu le 26/05/2019 devant le jury composé de :

Président : Mr.Mekhatria Djillali MCB université de Mostaganem

Examinatrice : Mme.Boulakoude Manel MCB université de Mostaganem

Encadreur : Mr.boustani Benaouda Pr université de Mostaganem

Promotion : 2018/2019

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier notre DIEU, notre créateur de nous donner la force pour accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous nos professeurs qui ont contribué à notre formation en particulier notre promoteur Mr. BESTANI Benaouda pour ses conseils et l'aide qu'il nous apportée.

Nous tenons à remercier également les membres du jury Mr. Mekhatria Djillali et Mme. Boulakoud Manel De nous avoir fait le plaisir d'accepter de faire partie de Notre jury et d'évaluer ce travail.

Nous tenons à remercier tout d'abord Mr. SATAL et Mr. FAREZ pour nous avoir guidés tout le long de ce travail avec beaucoup de patience, ainsi que pour leurs conseils judicieux et leurs encouragements.

Nous voudrions aussi exprimer toutes nos gratitude et nos remerciements à tout le personnel du complexe GP1/Z en particulier : Le Chef du département Mr. BOUAZZA, les tableautistes Mr. HAMID, Mr. KAMEL, et Mr. Yahia, ainsi quel 'opérateur Mr. Zouhir.

Nous derniers remerciements et ceux ne sont pas les moindres, vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.

L'ensemble des enseignants du Département Génie des Procédés.

FAWZIA et HICHEM



Dédicaces

Au nom d'Allah...!

Je remercie le tout Puissant de m'avoir donné la faculté d'assimiler, le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce travail que je dédie à:

A la femme, ma précieuse offre du Dieu, qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse, pour son amour et ses prières : mon adorable maman que Dieu la protège.

A mes très chers frères et ma belle sœur, qui n'ont pas cessé de me conseiller, m'encourager et me soutenir tout au long de mes études.

A mes chers ami(e)s, pour leurs aides et supports dans les moments difficiles, sans oublier mon binôme pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

Fawzia



Dédicaces

Au nom d'Allah...!

Je remercier le tout Puissant de m'avoir donné la faculté d'assimiler, le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce travail que je dédie à:

A ma mère, pour son amour et ses prières que Dieu la protège.

A mes très chers frères et mes belles sœurs, qui n'ont pas cessé de me conseiller, m'encourager et me soutenir tout au long de mes études.

A mes chers ami(e)s, pour leurs aides et supports dans les moments difficiles, sans oublier mon binôme pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A tous ceux que j'aime, et ceux qui m'aiment.

HICHEM

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I : Description générale du complexe GP1/Z

I.1 Introduction	01
I.2 Définition de GP	01
I.2.1 Les sources de GPL	01
I.2.2 Fabrication et caractéristique générales de GPL	02
I.2.3 Risque d'explosion	02
I.2.4 Stockage de GPL	02
I.2.5 Utilisation du GPL	02
I.3 Fiche technique du complexe	03
I.4 Principales installations du complexe GP1/Z	04
I.5 Description du système de production	05
I.5.1 Section démercurisation	05
I.5.2 Section de stockage d'alimentation	05
I.5.3 Traitement du GPL brut	06
I.5.3.1 Section déshydratation	06
I.5.3.2 Section séparation	08
I.5.3.3 Section réfrigération	09
I.5.3.4 Section utilités	10
I.5.3.5 Section d'huile chaude	11
I.5.4 Stockage de produit finis	11
I.5.4.1 Stockage à température ambiante	11
I.5.4.2 Stockage à basse température	11
I.5.4.3 Section BOG (Boil OfGaz)	12
I.5.4.4 Section chargement par camion	12
I.6 Service planning et programme	13

Chapitre II : Présentation du problème

II Problématique	14
II.1 Analyse du problème	14
II.2 Solution proposé	14
II.3 Définition des équipements de projet	14
II.3.1 Ballon Vide vite (V-1701)	14
II.3.1 Caractéristiques du ballon (V-1701)	16
II.3.2 La pompe (P-1011)	16
II.3.2.1 Caractéristiques de la pompe (P-1011)	16
II.3.3 Ballon torchère	16
II.3.4 Ligne hors spécification (off spect)	16
II.3.4.1 Caractéristiques de la ligne hors spécification	17
II.3.5 Sphères de charge	17
II.4 Avantages du projet	17
II.5 Conception d'un nouveau système de récupération du GPL au niveau du complexe	18
II.5.1 Description de procédé	18
II.6 Estimation de volume de GPL torché	19
II.6.1 Estimation de la quantité de propane et butane torchée	19
II.6.1.1 Volume torché lors de l'arrêt programmé d'un train	19
II.6.2 Estimation de volume de GPL torchée pour un train après le mauvais fonctionnement d'un équipement	23
II.7 Dimensionnement de la ligne de récupération de propane	24
II.7.1 Théorie de calculs	24
II.7.1 Partie calculs	27

Chapitre III : Simulation HYSYS

III.1 Généralités sur la simulation	35
III.1.1 Logiciel de simulation des procédés	35
III.1.2 Définition de la simulation	35
III.1.3 Présentation de logiciel HYSYS	35
III.1.4 Utilisation de simulateur HYSYS	36
III.1.5 Description HYSYS	36
III.1.6 Choix du modèle thermodynamique	36
III.2 Méthode suivie	37
III.2.1 Récupération du GPL	38
III.2.3 Récupération du Butane liquide	42
III.3.1 Récupération du GPL	44
III.3.2 Récupération du propane liquide	45
III.3.3 Récupération du Butane liquide	46
III.4 Interprétation des résultats	47
III.5 Etude technico-économique	47
III.5.1.L'évaluation de la rentabilité	48
III.5.2 Estimation du coût de l'investissement de la ligne de récupération	48
III.5.3 Le gain global de projet	49
III.6 Conclusion	50

Liste des figures

Figure I.1 : Schéma représentatif situation géographique et voisinage du complexe GP1/Z.	04
Figure I.2 : Représentation de la section stockage de la charge GPL.	06
Figure I.3 : Schéma représentatif de la section de déshydratation.	07
Figure I.4 : Schéma représentatif du fractionnateur.	09
Figure I.5 : Schéma représentatif de la section de réfrigération.	10
Figure I.6 : Schéma représentatif de la section d'huile chaude.	11
Figure I.7 : Section B.O.G	12
Figure II.1 : Schéma représente la nouvelle ligne de récupération de liquide torché.	16
Figure III.1 : Schéma représente la récupération du GPL.	39
Figure III.2 : Variation de la quantité du GPL liquide en fonction de la pression D'entrée.	40
Figure III.3 : Schéma représente la récupération du propane.	41
Figure III.8 : Variation de la quantité du propane liquide en fonction de la pression du ballon (v-1701)	46
Figure III.9 : Variation de la quantité du Butane liquide en fonction de la pression du ballon (v-1701).	47
Figure III.10 : Schéma isométrique de la nouvelle ligne de récupération de liquide torché.	49

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Quantité de liquide non drainé dans les équipements de la section D/H ₂ O	21
Tableau II.2 : Volume occupé par toutes les lignes de la section déshydratation	21
Tableau II.3 : Quantité de liquide non drainée des équipements	22
Tableau II.4 : Volume occupé par toutes les lignes de fractionnateur	22
Tableau II.5 : Quantité de liquide non drainé dans des équipements de D/C ₂	23
Tableau II.6 : Volume occupé par toutes les lignes de la section D/C ₂	23
Tableau II.7 : Quantité de liquide non drainé dans la section réfrigération	24
Tableau II.8 : Volume occupé par toutes les lignes de la section réfrigération	24
Tableau II.9 : Quantité de liquide torchée de l'équipement	25
Tableau II.10 : Volume occupé par tous les lignes du ballon de reflux	25
Tableau II.11 : Quantité de liquide torchée de l'équipement	26
Tableau II.12 : Volume occupé par toutes les lignes de la section D/C ₂	26
Tableau III.1 : Composition du GPL	38
Tableau III.2 : Variation de la quantité du GPL en fonction de la pression d'entrée	39
Tableau III.3 : Composition du propane	40
Tableau III.4 : Variation de la quantité du propane liquide en fonction de la pression d'entrée.	41
Tableau III.5 : Composition du Butane	42
Tableau III.6 : Variation de la quantité du Butane liquide en fonction de la pression d'entrée	43
Tableau III.7 : Variation de la quantité du GPL liquide en fonction de la pression du ballon (v-1701)	44
Figure III.8 : Variation de la quantité du propane liquide en fonction de la pression du ballon (v-1701)	45
Tableau III.9 : Variation de la quantité du Butane liquide en fonction de la pression du ballon (v-1701)	46
Tableau III.10 : Coût de la tuyauterie	49
Tableau III.11 : Coût des accessoires	50

Introduction générale

Les hydrocarbures restent la source d'énergie la plus utilisée au monde, ils continueront à jouer ce rôle stratégique aussi longtemps que l'homme n'aura pas trouvé d'autres sources d'énergie qui pourront remplir leur rôle avec plus de rentabilité et d'efficacité.

Incontestablement, l'Algérie possède des richesses naturelles, parmi lesquelles nous citons les réserves en hydrocarbures liquides et gazeux. Le gaz naturel extrait des champs nécessite une première séparation sur site et une séparation finale auprès des zones de consommation. Pour atteindre cet objectif, notre pays a investi des sommes colossales pour l'installation de grands complexes de séparation, comme c'est le cas du complexe GP1/Z.

Le gaz de pétrole liquéfié (GPL) dont l'Algérie est l'un des premiers producteurs et exportateurs dans le bassin méditerranéen. Il faut noter que le GPL est un produit de moindre coût et moins polluant, il est très demandé dans le marché mondiale des combustibles (la production mondiale en GPL a été estimée à 223 millions tonnes en 2010).

Soucieux d'une crise énergétique à l'avenir, chaque pays développe ses propres moyens de lutte contre toute forme de gaspillage d'énergie. L'aspect d'économie d'énergie est l'une des préoccupations essentielles des exploitants du complexe GP1/Z.

Actuellement, les relevés de torchage au sein du complexe GP1/Z exigent plus d'attention et une prise de mesure sévère afin de minimiser ces pertes d'énergie.

Le travail que nous présentons dans le cadre de la préparation de la mémoire de fin d'études consiste sur une étude contenant trois parties, une première partie est consacrée au GPL, une présentation du complexe GP1/Z et ses différentes sections pour le traitement, suivi du problème du torchage et son impact sur l'économie et l'environnement.

Une deuxième partie, évoquant les problèmes dans le complexe GP1/Z tels que les torchages lors de l'arrêt programmé et l'arrêt d'urgence d'un train, suivi d'une proposition de conception d'un système de récupération de GPL, C₃, C₄ (liquide) au lieu de les brûler.

Enfin nous avons terminé notre travail par une étude technico-économique afin d'évaluer le coût de la réalisation de cette ligne de récupération et l'intérêt économique et écologique de cette dernière, et finalement, une conclusion une bibliographie et des annexes.

I.1 Introduction

Le gaz de pétrole liquéfié connu sous le terme de GPL, dont l'Algérie est l'un des principaux producteurs et 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 cesse de s'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, la SONATRACH dispose déjà d'importantes installations de production, de transport et de séparation des GPL permettant leurs valorisations et leurs commercialisations aussi bien sur le marché local qu'international. Parmi ces installations de traitement du GPL, le complexe GP1/Z est cité en premier.

I.2 Définition de GPL

Le gaz de pétrole liquéfié (GPL) est un mélange d'hydrocarbures légers stockés à l'état liquide et issu du raffinage du pétrole (40 % des ressources mondiales) et plus généralement du traitement du gaz naturel (60 % des ressources mondiales).

Le GPL est composé d'environ 80% de butane (C_4H_{10}) et 20% de propane (C_3H_8), ce sont les principaux composants. Ces produits, gazeux dans les conditions normales de pression et de température, peuvent être facilement liquéfiés sous des pressions entre 4 et 8 bars rendant aussi leur manipulation et leur transport très aisés.

C'est un carburant dit propre, issu du raffinage du pétrole brut. Son utilisation présente des avantages par rapport au gasoil en permettant de réduire de :

- 50% les émissions d'oxyde d'azote.
- 50% celles des monoxydes de carbone.
- 90% celles des hydrocarbures et particules.

I.2.1 Les sources du GPL

- 34% des GPL proviennent des champs pétroliers.
- 60% des GPL proviennent de gaz naturel.
- 3% des GPL proviennent des raffineries du pétrole brut.
- 3% des GPL proviennent des unités de traitement du gaz naturel (G.N.L).

I.2.2 Fabrication et caractéristique du GPL

Le GPL était autrefois considéré comme un résidu de l'extraction du pétrole et directement brûlé au sommet de torchères. Il est dorénavant récupéré par distillation, les fractions les plus nobles et le reste servent généralement de carburant. Le GPL est incolore dans les deux phases soit liquide ou vapeur. C'est un mélange de butane et de propane utilisé comme carburant pour les véhicules.

I.2.3 Risque d'explosion

Le GPL étant plus dense que l'air, contrairement au gaz naturel, il risque, en cas de fuite, de s'accumuler au niveau du sol et dans les parties basses telles les caves. Cela entraîne un danger d'explosion lorsque l'accumulation permet un mélange GPL/air adéquat et qu'il y a une source d'inflammation. Cela entraîne également un danger d'asphyxie en remplaçant l'air et diminuant donc la concentration en oxygène. La réglementation impose donc que tout local dans lequel se trouve un appareil à gaz (naturel ou GPL) soit bien ventilé. Pour faciliter la détection des fuites, un gaz odorant est ajouté aux gaz (naturel ou GPL) : cette odeur caractéristique "d'œuf pourri" permet de détecter à l'odeur une concentration de gaz dans l'air.

I.2.4 Stockage de GPL

Le butane et le propane sont stockés sous leur propre pression de vapeur, c'est-à-dire que les conditions de stockage sont telles qu'il y a coexistence des états liquide et gazeux du gaz concerné. Ainsi la pression de stockage dépend uniquement :

- de la nature du produit stocké (ses propriétés physiques en particulier) et de la température de son stockage.
- La température d'ébullition du propane est de -42°C et celle du butane est de -5°C , tandis que celle du GPL carburant, elle est égale à 0°C .

I.2.5 Utilisation de GPL

Les domaines d'utilisation du GPL sont très nombreux et extrêmement variés, parmi les plus importants, on peut citer.

❖ Le chauffage

Les appareils utilisés actuellement sont conçus pour s'adapter à l'utilisation des GPL. Une plus grande flexibilité, les aspirations de la clientèle et la recherche du rapport prix /qualité sont les facteurs principaux de l'évolution de ces appareils.

❖ La production d'électricité

La croissance de la demande mondiale d'électricité dépasserait largement celle des autres formes d'énergies. Les GPL pour la production d'électricité peuvent être une solution privilégiée par rapport aux autres combustibles et ce tant du point de vue économique qu'écologique.

❖ Dans la climatisation

Il est utilisé pour la construction des réfrigérateurs et des climatiseurs

❖ GPL /C carburant

Il est adopté sous le nom commercial « SIRGHAZ », il contient 55% de butane et 45% de propane, sa combustion engendre de très faibles émissions de polluants (CO et CO₂). Son indice d'octane élevé lui permet sa substitution à l'essence sans modification du moteur, c'est un carburant de qualité : propre et économique.

❖ GPL dans la pétrochimie

Environ 18% des GPL sont consommés comme charge pétrochimique et 10% de la production mondiale de l'éthylène produit en pétrochimie l'est à partir du propane. Il est utilisé dans ce domaine comme charge de vapocraqueur afin d'obtenir des oléfines.

I.3 Fiche technique du complexe

Le complexe GP1/Z étant connu et ayant fait l'objet de beaucoup d'études, nous nous limiterons à donner une fiche technique le concernant.

Localisation : Le complexe GP1/Z est situé à Mers El-Hadjadj à 40 Km à l'Est d'Oran.

Superficie : Le complexe GP1/Z s'étend sur une superficie de 120 hectares.

Objet : Séparation du GPL en propane et butane.

Procédé utilisé : Distillation sous pression.

Nombre de trains : (9 trains) :

Phase I : 4trains.

Phase II : 2trains.

Phase III : 3trains.

Constructeur : Consortium japonais IHI-ITOCHU.

Date de mise en production

La mise en production du 1^{er} train (phase I) : 12 Décembre 1983.

La mise en production du 1^{ème} train (phase II) : 24 Février 1998.

La mise en production du 1^{ème} train (phase III) : Février 2010.

Capacité de production : 10 Millions de tonnes par an.

Destination de la production : Exportation et marché national.

Source d'approvisionnement : Le GPL provient des champs gaziers et pétroliers de HassiR'Mel et Hassi Messaoud.

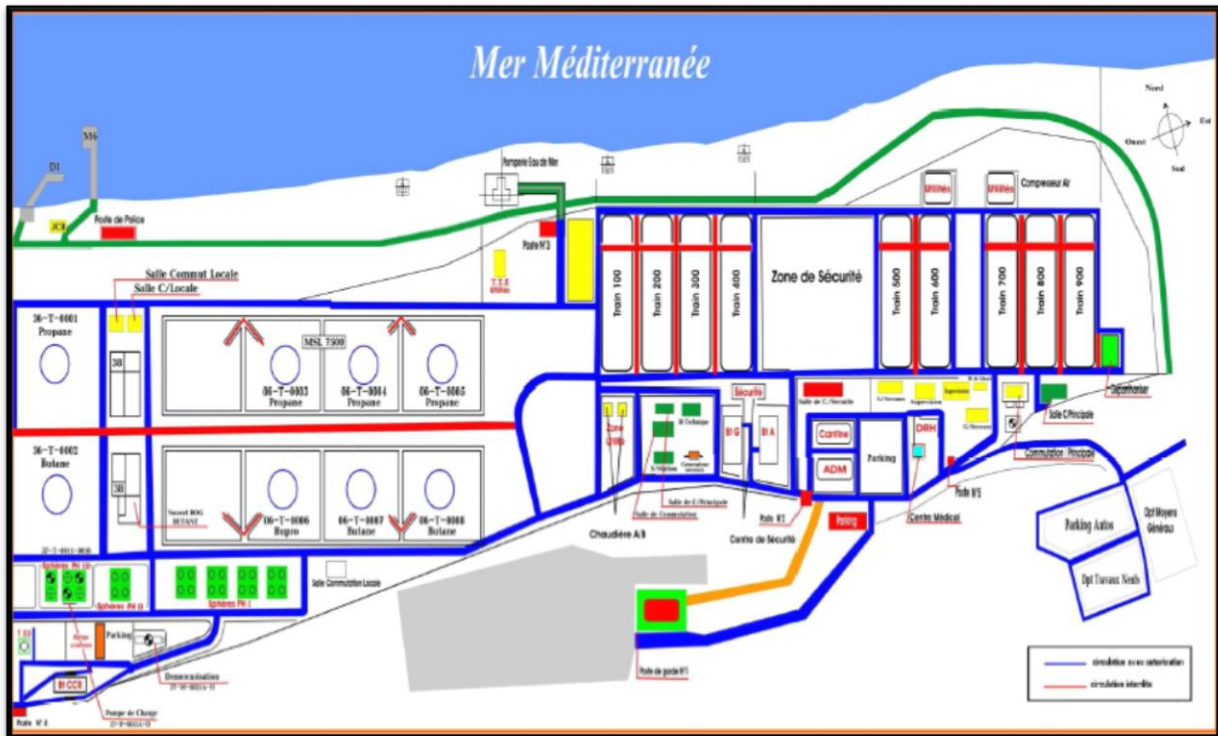


Figure I.1 : Schéma représentatif Situation géographique et voisinage du complexe GP1/Z

I.4 Principales installations du complexe GP1/Z

- 22 sphères de stockage de la charge d'alimentation de 1000m³ chacune.
- 9 trains de traitement du GPL.
- 4 unités de reliquéfaction des boil-off.
- 1 station électrique de (60 KV) alimentée par SONELGAZ.
- 6 générateurs de secours pour assurer l'électricité en cas de coupure de courant.
- 4 bacs de stockage de propane à basse température 70000 m³ pour chacun.
- 4 bacs de stockage de butane à basse température 70000 m³ pour chacun.
- 1 sphère de stockage de propane ambiant produit fini 500 m³.
- 3 sphères de stockage de butane ambiant produit fini 500m³.
- 1 sphère de stockage de pentane 500m³.
- 5 salles de contrôle.
- Une station de pompage d'eau de mer pour le réseau eau incendie.

- 2 quais de chargement (jetées D1 et M6).
- 1 rampe pour chargement camions.
- Système de télésurveillance.
- Bâtiment administratif.
- Laboratoire d'analyses et de contrôle.
- Atelier de maintenance.
- Magasin d'approvisionnement

I.5 Description du système de production

I.5.1 Section démercurisation

Cette section se compose de deux filtres, deux coalesceurs et six démercuriseur, qui sont installés afin d'enlever les particules solides (slop), l'eau libre et le mercure continue dans la charge d'alimentation.

a- Les filtres

- Particules solides contenues dans la charge GPL : 0,1ppm.
- Granulométrie de solide après le filtre : inférieur à 5 μm .

b- Coalesceur

- L'eau libre dans la charge GPL : au maximum 100 ppm.
- L'eau libre contenue dans la charge GPL après coalesceur : au maximum 25 ppm.

Démercuriseur

- Mercure contenu à l'entrée : 120 000 ng/Nm³
- Mercure contenu à la sortie : 5 ng/Nm³

I.5.2 Section de stockage d'alimentation

Le GPL provenant de RTO représente l'alimentation principale des neuf trains du procédé qui fonctionnent en parallèle. Le GPL est stocké au niveau des 22 sphères, où il est acheminé directement vers les 09 trains au moyen des pompes, avec une pression de 30 kgf/cm² et une température ambiante.

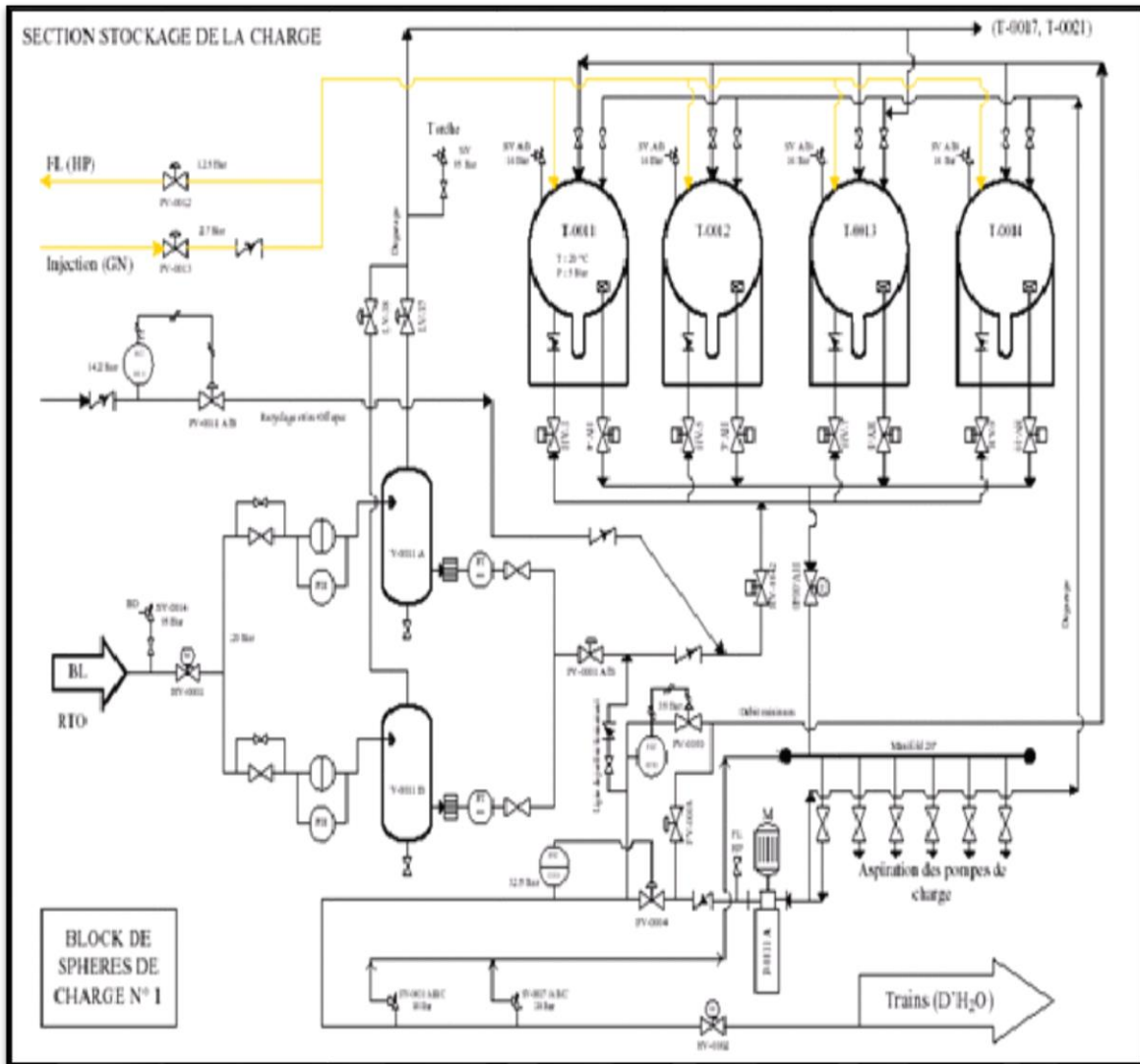


Figure I.2 : Représentation de la section stockage de la charge GPL.

I.5.3 Traitement du GPL brut

I.5.3.1 Section déshydratation

Le but de cette section est de réduire la en eau de 100 ppm à 5 ppm dans les 03 déshydrateurs de charge en (PH I, PH III) et 02 déshydrateurs de charge en PH II et de 5 ppm à environ 1 ppm dans le déshydrateur de garde (dans la section réfrigération), pour but d'éviter la formation du givre aux niveaux des vannes aux basses températures.

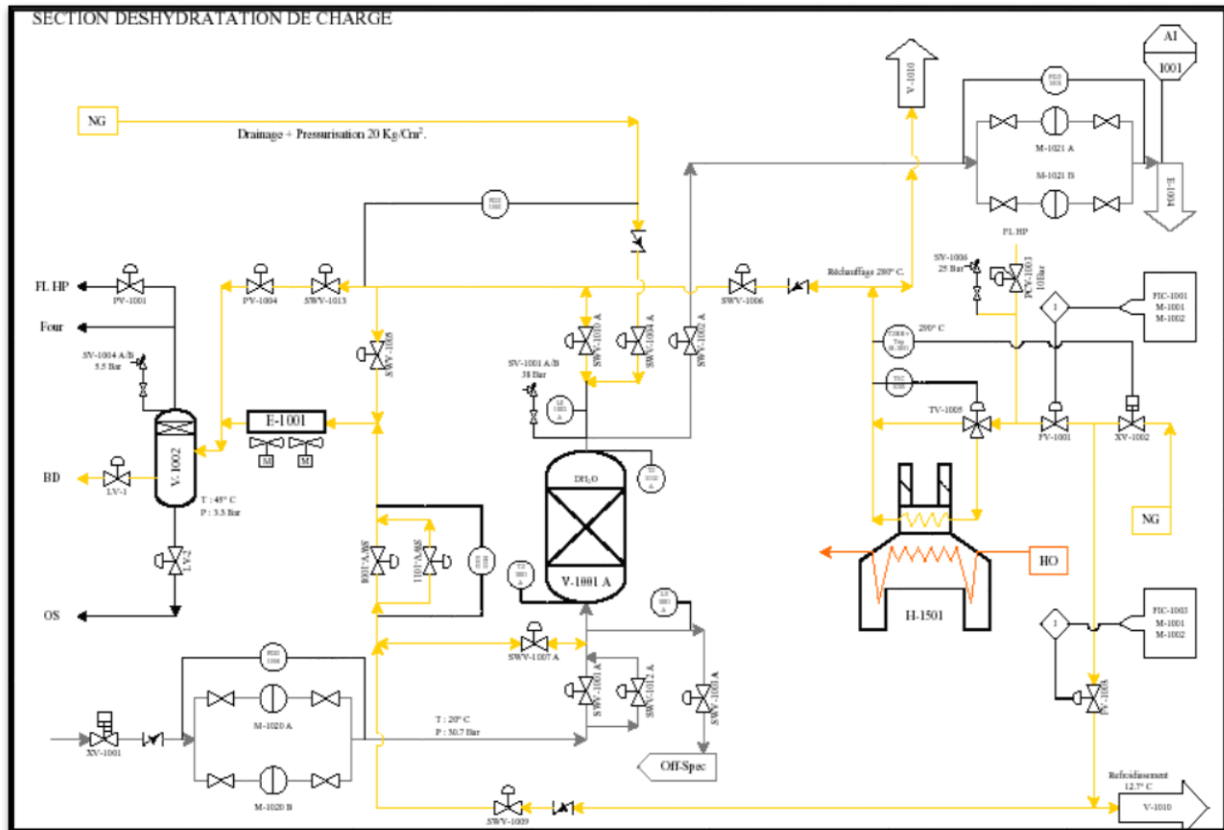


Figure I.3: Schéma représentatif de la section de déshydratation.

Principe de fonctionnement

A tout instant, une colonne en adsorption, l'autre en régénération tandis que la troisième en attente. La durée d'adsorption est de 36 heures, à l'expiration de ce temps, la colonne en réserve est mise en ligne et la colonne qui était en service passe en régénération.

A ce moment la troisième colonne et en achevant son cycle de régénération passe en réserve. La charge contenant de l'eau dissoute passe de bas en haut dans le premier déshydrateur traversant le lit adsorbant de tamis moléculaires d'une pression de 29 kg/cm^2 et une température ambiante, et après 36 heures d'adsorption, le déshydrateur commencera son cycle de régénération.

Cycle de régénération

Il est composé de plusieurs séquences : drainage, dépressurisation, chauffage, refroidissement, pressurisation et remplissage.

- ❖ **Drainage:** La quantité restant dans l'adsorbent drainée complètement aux sphères de charges, par intervention de GN à 20 kg/cm^2 . Cette opération dure une (01) heure.
- ❖ **Dépressurisation:** pendant cette séquence qui dure 30 minutes, la pression est diminuée de 20 kg/cm^2 à $3,5 \text{ kg/cm}^2$.

- ❖ **Réchauffage** : Le GN à une pression de $3,5 \text{ kgf/cm}^2$ est chauffé au four à 280 °C puis mis en circulation continue dans l'adsorbeur de haut en bas pendant 11 heures pour libérer les molécules d'eau emprisonnées dans le tamis moléculaire, le GN avec eau sort du bas de l'adsorbeur vers le ballon séparateur pour séparer les deux phases.
- ❖ **Refroidissement** : Avec du GN à température ambiante et une pression de $3,5 \text{ kgf/cm}^2$ durant 8 heures, on refroidit le déshydrateur pour éviter l'évaporation de GPL.
- ❖ **Pressurisation** : La pression est augmentée de $3,5 \text{ kgf/cm}^2$ à 20 kgf/cm^2 durant 30 minutes pour préparer le déshydrateur de recevoir la charge d'une pression de 29 kgf/cm^2 dans le but d'éviter le choc de la différence de pression qui peut endommager le tamis moléculaire.
- ❖ **Remplissage** : Pendant 01 heure, le déshydrateur est rempli avec du GPL où sa pression atteint 29 kgf/cm^2 et devient ainsi en état d'attente.

I.5.3.2 Section séparation

A la sortie de la section de déshydratation, le GPL doit être porté à une température de 71 °C par l'intermédiaire de trois stades de préchauffeur savant de pénétrer dans le fractionnateur, où le liquide d'alimentation est séparé en un produit de tête (propane et éthane) et un produit de fond (butane et pentane).

Le produit de tête du fractionnateur est envoyé à l'aide d'une pompe vers le dééthaniseur afin de réduire sa teneur en éthane. Le gaz riche en éthane sortant de la partie supérieure du dééthaniseur est utilisé comme combustible du four. Le propane sortant de la partie inférieure du dééthaniseur est canalisé vers la section réfrigération.

Le produit de fond du fractionnateur est envoyé vers le débutaniseur commun à l'ensemble des trains afin de réduire sa teneur en pentane.

Le butane sortant de la tête de débutaniseur, est envoyé à la section de réfrigération. Le pentane recueilli du fond du débutaniseur sera refroidi par aéroréfrigérant et envoyé vers le stockage ambiant.

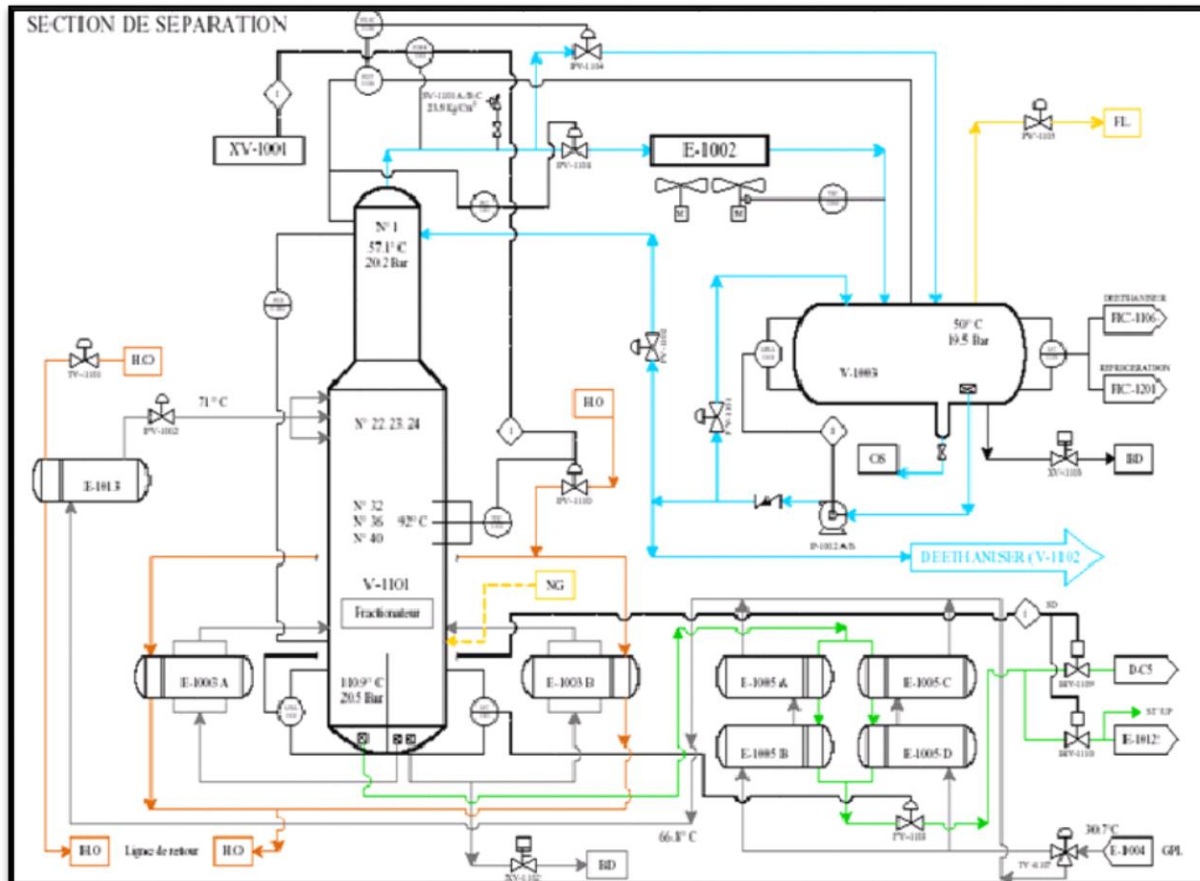


Figure I.4 : Schéma représentatif du fractionneur

I.5.3.3 Section réfrigération

Le propane et le butane provenant de la section de séparation sont refroidis à des températures correspondant à leur point de saturation liquide soit (- 40 °C) pour le propane et (- 5 °C) pour le butane. Ils sont ensuite canalisés vers les bacs de stockage à basse température.

Le refroidissement se fait par l'intermédiaire de trois schillers pour le propane et pour le butane chacun suivant un cycle fermé formant une boucle de réfrigération au propane pur (agent réfrigérant) fonctionnant sous trois stades de pressions distinctes haute pression (HP), pression moyenne MP et basse pression (BP). Les vapeurs issues de l'évaporation du propane pur au niveau des trois stades de réfrigération sont collectées dans les trois ballons d'aspiration où elles sont aspirées par un compresseur centrifuge à trois étages entraîné par une turbine à gaz (PH I) ou un moteur électrique (PH II et PH III), pour être ensuite condensées dans les aérocondenseurs et accumulées dans le ballon accumulateur.

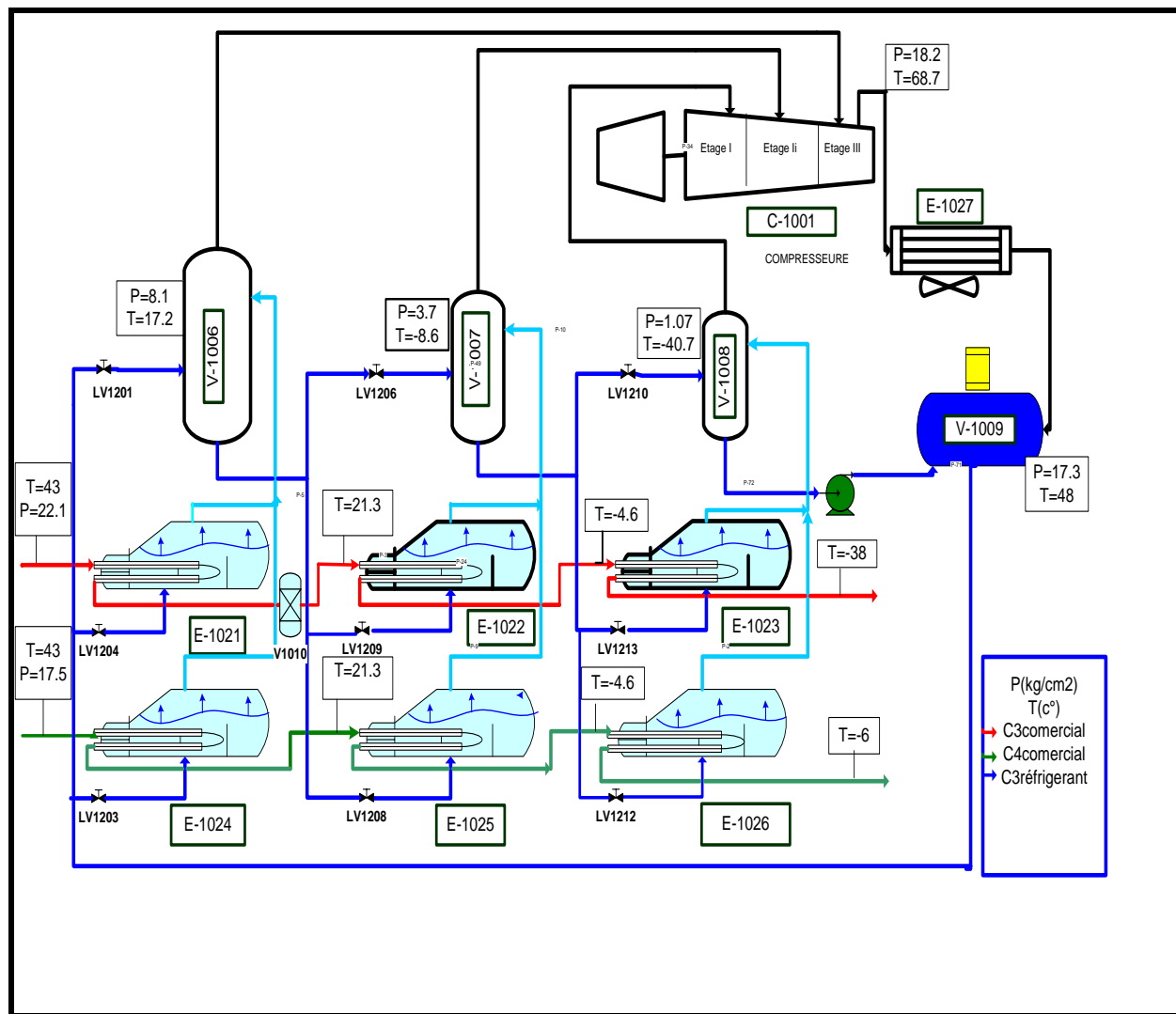


Figure I.5:Schéma représentatif de la section de réfrigération.

I.5.3.4 Section utilités

Cette section comprend la production et la distribution de toutes les utilités nécessaires au fonctionnement du complexe, à savoir : le gaz naturel, l'eau distillée, l'eau de refroidissement, l'eau industrielle, le gasoil, la vapeur d'eau, l'azote, l'air instrument, l'air service et méthanol ainsi que la section d'huile chaude.

I.5.4.3 Section BOG (Boil of Gas)

Les gaz d'évaporation provenant des différentes capacités de l'usine (bacs de stockage et des jetées D1 et M6 pendant le chargement navires) sont récupérés, liquéfiés par pressurisation au moyen d'un compresseur, refroidis à travers une batterie d'échangeurs et renvoyés vers les bacs de stockage. La section de récupération se composant de deux ensembles indépendants un pour le propane et l'autre pour le butane.

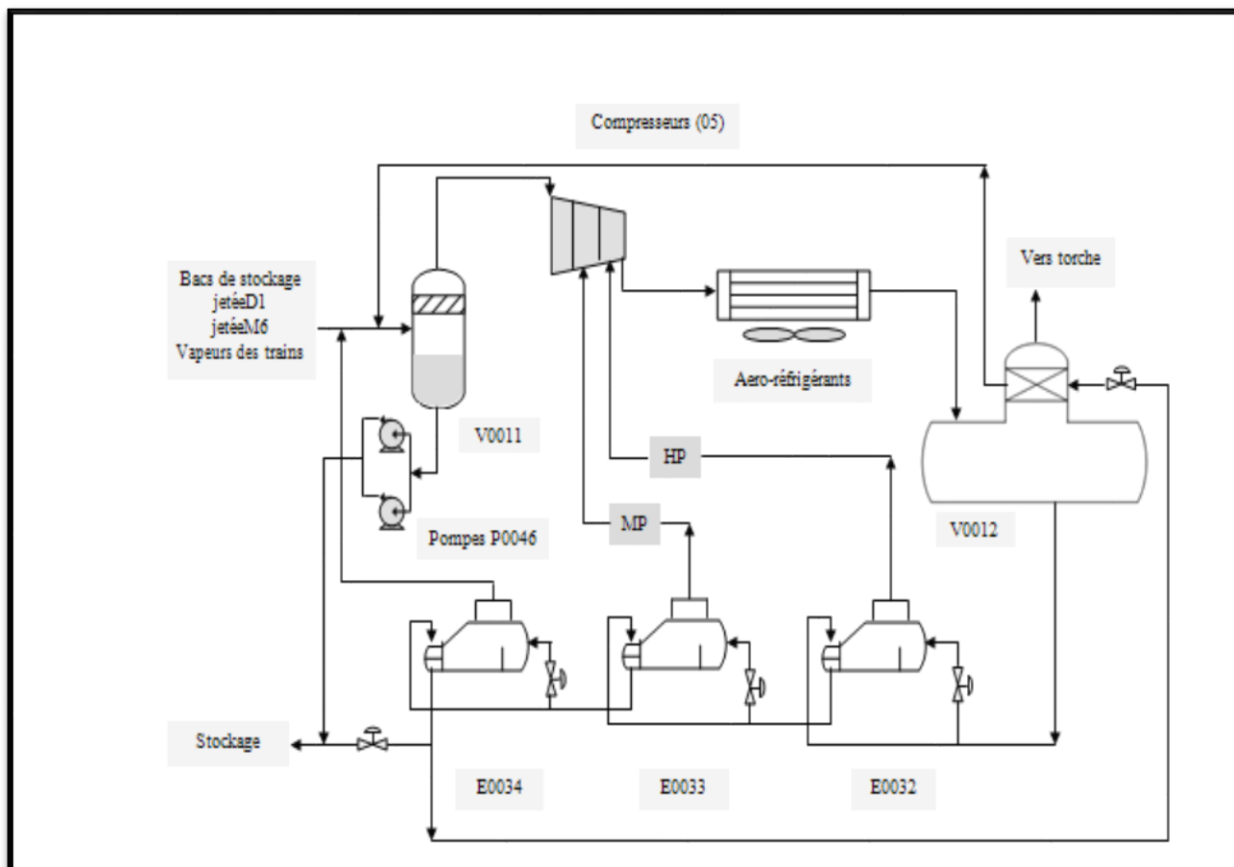


Figure I.7 : Section B.O.G

I.5.4.4 Section chargement par camion :

S'occupe de la gestion des enlèvements par camion au niveau de la rampe de chargement par camion (client NAFTAL et les opérateurs privés).

I.6 Le service planning et programme

Ce service a pour mission la planification des programmes mensuels de production, l'analyse des écarts de production entre prévisionnel et réalisation, élaboration des bilans de production, ce service est l'interlocuteur entre les deux services (fabrication et stockage expédition) il y a une liaison proportionnelle grâce au système du contrôle distribué (PKS) à travers tout le complexe, on peut visualiser et avoir tous les renseignements.

II. Problématique

Le complexe GP1/Z a été conçu pour permettre d'assurer l'exploitation de 10 millions de tonnes par an. Les exploitants du complexe GP1/Z se trouvent aujourd'hui confrontés à un sérieux problème qui persiste et a occupé une place importante dans l'actualité du complexe. Ce problème réside dans la quantité élevée des gaz torchés dans les diverses conditions d'exploitation surtout au démarrage ou à l'arrêt programmé d'un train dans lequel un grand débit de gaz envoyés vers la torche durant une période qui dépasse les six(06) heures de combustion.

II.1. Analyse du problème

Le torchage global du complexe dépasse sa valeur de design (14,75%); cette situation est causée par les différents arrêts programmés des trains. Donc, il est indispensable de faire un drainage de liquide contenu dans tous les équipements du train jusqu'à la dernière goutte (pipes, échangeurs, ballons, colonnes ...etc.). Ces opérations sont nécessaires pour effectuer la maintenance ainsi que la vétusté des installations ou, des arrêts d'urgence en cas des fuites de gaz ou de défaillance des équipements. Alors on procède de la même manière que dans l'arrêt programmé pour résoudre le problème dans l'équipement concerné.

Vu le nombre des arrêts d'urgence qui est intéressant, une quantité considérable de produit sera perdue.

II.2. Solution proposée

La solution que nous proposons dans ce projet de fin d'études a pour but de récupérer le maximum de produits d'hydrocarbures liquides drainés et accumulés dans le ballon vide vite (V-1701) en l'acheminant vers les sphères de charge par la pompe P-1011 via la ligne « hors spécification ».

II.3. Définition les équipements de projet

II.3.1. Ballon Vide vite

Il existe neuf ballons vides vite au niveau des neuf trains de (02-V-1701 au 9701). Leurs rôles sont de recevoir tous les produits (hydrocarbure liquide) drainés à partir des capacités, des équipements statiques ou rotatifs par des lignes de **Blow Down (BD)**. Le circuit du **(BD)** se divise en deux (2) lignes de 4" pouce chacune:

a) La ligne 4" BD 8553 DIZ

Elle passe par une vanne pneumatique (TV) commandée par un (TIC consignée à - 45 °C) placé à la sortie de serpentin supérieur immergé dans l'eau industriel dans le vaporisateur puis entre dans le ballon vide vite.

b) La ligne 4" BD 8552 DIG

Cette ligne entre directement dans le ballon vide vite.

Le contenu liquide dans le ballon vide vite passe par le serpentin inférieur qui est immergé dans le vaporisateur, ce dernier contient l'eau industrielle à une température de 70°C et les gaz résultant empruntent la ligne de 10" du sommet du ballon vide vite vers la torche pour être brûlés.

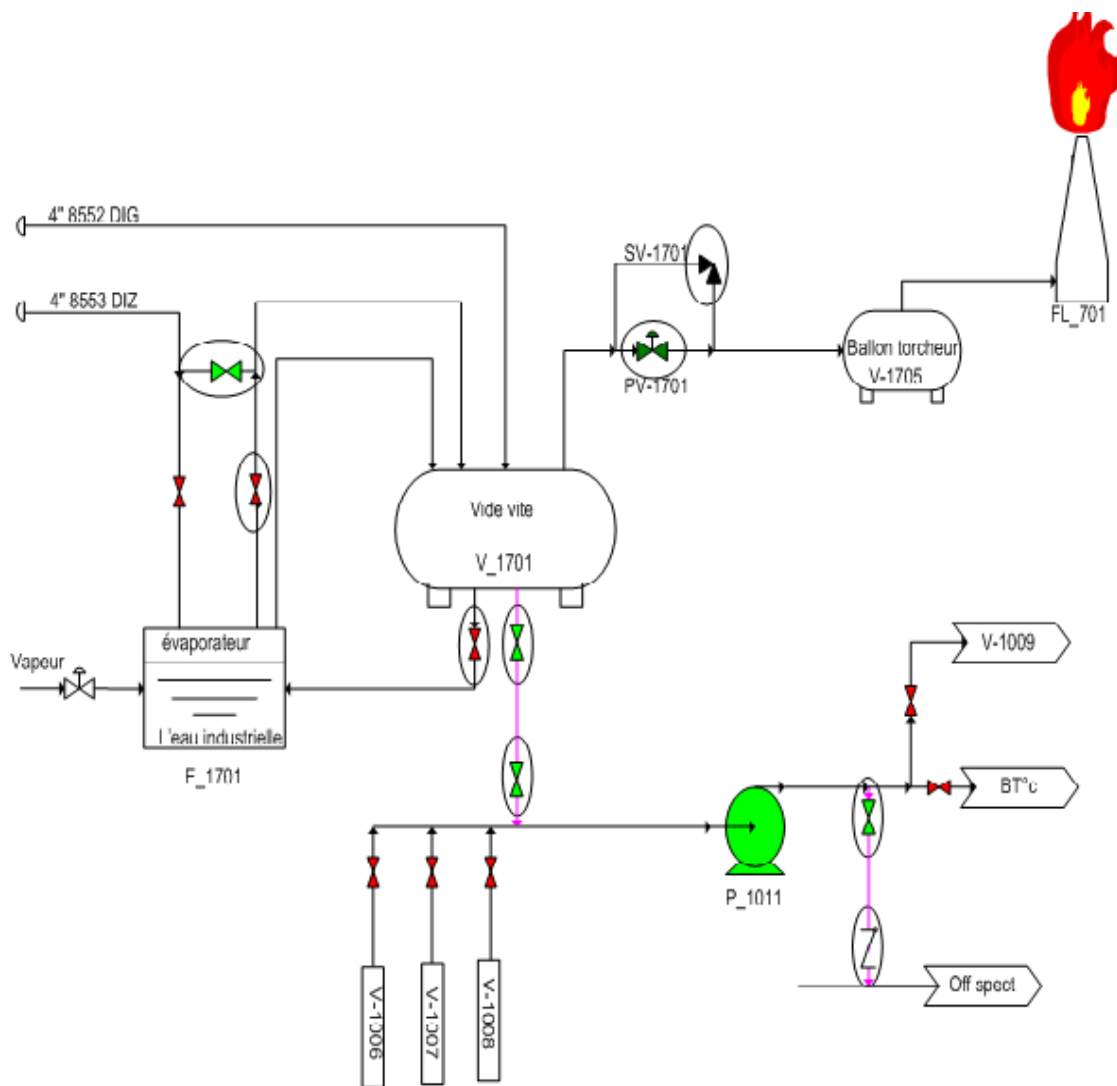


Figure II.1 : Schéma représentant de la nouvelle ligne de récupération du liquide torché.

II.3.1.1. Caractéristiques du ballon vide vite (V_1701)

- Volume 168m³.
- Pression de calcul 0,05 à 7,5kg_f/cm².
- Pression de service 0,05 à 5,7kg_f/cm².
- Pression d'épreuve hydraulique 11,3 kg_f/cm².
- Température de service 114 à -48°C.
- Surépaisseur de corrosion 3,0 mm .
- Poids 31200kg.

II.3.2. La pompe P_1011

C'est une pompe centrifuge dimensionnée pour pouvoir vidanger tout l'inventaire de propane contenu dans la section de réfrigération dans un délai de 08 heures

II.3.2.1 Les caractéristiques de la pompe

- Débit de refoulement Q= 19 m³/h.
- Pression de refoulement P= 19.5 kg_f/cm².
- Pression d'aspiration P=0.1 kg_f/cm².

Gravité spécifique : S.G de 0,585 à 41°C

Température de fonctionnement entre (-42°C et +42°C)

II.3.3 Ballon torchère

Son rôle est de prolonger le temps de séjour des produits à torcher afin de séparer le liquide associé aux gaz puis le gazéifier et l'envoyer vers les torches (HP/BP) pour être brûlé.

Les ballons HP sont munis de vaporisateurs remplis d'eau industrielle et chauffés par la ligne de vapeur d'eau contrôlée par une vanne pneumatique pour activer la gazéification des liquides.

II.3.4. Ligne hors spécification (off spect)

C'est une ligne de retour ou (recyclage) des produits propane et butane hors spécification vers les sphères de charge, ayant une capacité de 240m³/h équivalente à une production par 2 trains à un traitement de 50% pour chacun.

On utilise la ligne de recyclage en cas :

- a) Stock haut au niveau des bacs des produits finis,

- b) Niveau bas des sphères de charge (arrêt pompage de RTO),
- c) Un arrêt programmé d'un train,
- d) Début de démarrage d'un train.

II.3.4.1. Caractéristique de la ligne hors spécification (ML 1520 D3X)

- Diamètre 6 pouce à une distance de 60 m.
- Diamètre 8 pouce à une distance de 80 m.
- Longueurs globale 140 m

II.3.5 Sphères de charge

Représentées par des réservoirs sphériques, cette section est conçue pour maintenir un fonctionnement stable et assurer une autonomie de plus de 10 heures pour alimenter les trains en GPL brut en cas d'arrêt de pompage. Elles sont destinées aussi pour recevoir le flux de recyclage (hors spécification).

II.4. Avantages du projet

- a) Protection de l'environnement,
- b) Gain économique (quantité récupérée destinée à la vente),
- c) Gain d'énergie (la vapeur n'est pas utilisée),
- d) Ce nouveau système représente une issue pour le ballon vide vite en cas de bouchage
- e) Il nous permet aussi d'envoyer le propane pur en cas de contamination par le butane dans la section de réfrigération vers les sphères de charge en passant par la nouvelle ligne.
- f) Pour éviter l'augmentation de pression dans le corps compresseur lorsque le train est à l'arrêt, on peut drainer toute la quantité de propane contenue dans les schilleurs côté calandre vers le ballon vide vite en suite la récupérer dans le ballon (V_N009),
- g) Mettre à point au V-N009 sans DC2 et sans reflux total si le contenu dans le ballon V-N701 est du C₃ pur.

Remarque : D'autres avantages concernant notre projet.

- a) Toutes les capacités qui se trouvent sur site (section de séparation, section de réfrigération et section d'huile chaude) contiennent plusieurs systèmes de vidange que ce soit des drains, évènements ou des pompes, sauf le ballon vide vite (V_1701). Ce nouveau système c'est un issue pour le ballon vide vite en cas bouchage.

II.5. Conception d'un nouveau système de récupération du GPL au niveau du complexe

1. Création deux nouvelles lignes

Une ligne de 4'' à une distance de 46 mètres entre le ballon vide vite et la pompe (P_1011). Une 2^{ème} ligne de 4'' à une distance 38 mètres entre la pompe (P_1011) et la ligne hors spécification.

2. Mettre une vanne automatique de contrôle de pression (PV-1701; **SP=5 kgf/cm²**) à la sortie du ballon vide vite pour empêcher l'échappement des gaz vers la torche.

3. Introduire une vanne manuelle sur la ligne 4'' BD 8553 DIZ, pour by passer l'évaporateur (E_1701).

4. Introduire une vanne manuelle pour isolement entre le ballon vide vite et l'évaporateur.

5. Introduire une soupape de sécurité (SV-1701 ; **SP=7,5 kgf/cm²**) qui s'ouvre en cas d'augmentation de la pression dans le ballon vide vite.

II.5.1. Description de procédé

Le complexe GP1/Z est construit sur des bases de sécurité très importantes car le produit traité (GPL, C₃, C₄) sont des produits de densité supérieure à celle de l'air pour cela une vigilance très grande doit être prêtée.

L'ancien système de drainage (Blow down) doit être toujours prêt et l'évaporateur E_1701 doit aussi être toujours rempli par l'eau chaude T= 80°C.

Avant son utilisation, le nouveau système et l'ouverture des drains pour vidanger un équipement les étapes suivantes sont prises en considération:

- a- L'opérateur doit être sur place pour by passer l'évaporateur E_1701 sur la ligne 4'' BD 8553 DIZ par l'ouverture de la vanne manuelle de by passe et par la fermeture des vannes d'entrée et sortie de l'évaporateur.
- b- Fermeture de la nouvelle vanne manuelle entre le ballon vide vite et l'évaporateur pour empêcher l'évaporation de liquide.
- c- La nouvelle vanne automatique PV_1701 sera mise en mode auto avec **SP=5 kgf/cm²** par le tableautiste à partir de la salle de contrôle.
- d- Ouvrir les drains des équipements pour vidanger vers ballon vide vite.
- e- Disposer les vannes de la nouvelle ligne cotée d'aspiration de la pompe P_1011.
- f- Disposer les vannes de refoulement de la pompe vers la ligne hors spécification.
- g- Démarrage la pompe P_1011.

Une fois la vidange de ballon vide vite vers les sphères de charge terminé, en retourne à l'ancien système.

- On arrête la pompe P_1011 puis l'isolement les vannes d'aspirations et refoulement.
- Disposition de l'évaporateur et isolement du by passe.
- Disposition de la vanne manuelle entre le ballon vide vite et l'évaporateur.
- Ouverture de la vanne PV-1701 jusqu'à 100% en mode manuel.

II.6. Estimation de volume de GPL torché

Pour étudier la rentabilité économique et valoriser le projet, on passe par les étapes suivantes :

- Estimation du coût de la quantité de Propane et Butane torché en (tonne) pendant l'arrêt d'un train.
- Estimation du coût de l'investissement de la ligne de récupération.
- Calcul du gain global du projet.

II.6.1. Estimation de la quantité de Propane et Butane torchée

II.6.1.1. volume torché lors de l'arrêt programmé d'un train

- Section déshydratation**

Après le drainage du GPL de la section déshydratation par intermédiaire du GN à 20 kgf/cm² vers les sphères de charge par la ligne hors spécification, on peut estimer le volume de GPL non drainé. (Voir Annexe 1 et 5)

Tableau II.1 : Quantité de liquide non drainé dans les équipements de la section D/H₂O.

Les équipements	Quantité de liquide accumulée m ³
(V -1001_A/B/C) est 0,2 *3	0,60
(E-1004) coté calandre	0,20
(E-1004) coté tube	0,20
Total	01,00

Tableau II.2 : Volume occupé par toutes les lignes de la section de déshydratation.

La ligne en pouce	Diamètre (d) (m)	Surface $\pi * \frac{d^2}{4}$ (m ²)	Longueur (m)	Volume de pipe (m ³)
Ligne 8''	20,32 * 10 ⁻²	03,24 * 10 ⁻²	80,00	02,60

Le volume minimal estimé pour cette section est égal :

$$\text{Quantité de liquide accumulée} + \text{Volume de pipe} = 01,00 + 02,60 = \mathbf{03,60 \text{ m}^3}$$

- **Fractionnateur**

Après le drainage du fractionnateur vers les sphères de charge par la ligne hors spécification, on peut estimer le volume de liquide non drainé. (**Voir Annexe 2, 5 et 6**).

Tableau II.3 : Quantité de liquide non drainée dans les équipements

Les équipements	Quantité de liquide non drainé (m³)
01 Fractionnateur (V-1101)	45,93
01 Ballon de reflux (V-1003)	03,39
04 Préchauffeurs (E-1005) côté calandre	02,00
04 Préchauffeurs (E-1005) côté tube	02,00
02 Rebouilleurs (E-1003_A/B)	30,40
01 Préchauffeur (E-1013)	00,50
28 Aérocondenseurs (E-1002)	21,00
Total	104,869

Tableau II.4 : Volume occupé par toutes les lignes du fractionnateur

Volume minimal estimé pour cette section est égal à $104,869+65 = 169,869 \text{ m}^3$,

- **Déethaniseur**

Après le drainage de la colonne de déethaniseur vers les sphères de charge, la quantité minimale du propane peut être estimée, (**Voir Annexe 3, 5 et 6**)

Tableau II.5 : Quantité de liquide non drainée dans les équipements de la section de séparation (déethaniseur)

Les équipements		Quantité de liquide non drainé m^3		
01 Déethaniseur (V-1102)		05,13		
01 Ballon de reflux(V-1004)		01,16		
02 condenseurs de tête (E-1006) coté calandre		02,00		
01 Condenseur de tête (E-1006) coté tube		02,10		
N° de ligne	Diamètre	Surface $\pi *$	Longueur	Volume des
en pouce	(d) (m)	$\frac{d^2}{4}$ (m^2)	(m)	pipes (m^3)
01 Rebouilleurs (E-1007)				03,60
02 Aéros-réfrigérants (E-1011)		01,10		
Ligne 22"	$55,88 * 10^{-2}$	$24,53 * 10^{-2}$	40,00	10,00
Total		15,09		
Ligne 18"	$45,72 * 10^{-2}$	$16,40 * 10^{-2}$	70,00	11,50
Ligne 14"	$35,56 * 10^{-2}$	$09,93 * 10^{-2}$	206,00	20,50
Ligne 12"	$30,48 * 10^{-2}$	$07,30 * 10^{-2}$	25,00	02,00
Ligne 10"	$25,40 * 10^{-2}$	$05,06 * 10^{-2}$	167,30	08,50
Ligne 8"	$20,32 * 10^{-2}$	$03,24 * 10^{-2}$	302,00	10,00
Ligne 6"	$15,24 * 10^{-2}$	$01,82 * 10^{-2}$	100,00	02,00
Ligne 4"	$10,16 * 10^{-2}$	$00,81 * 10^{-2}$	47,00	00,40
Total		-	-	65,00

Tableau II,6 : Volume occupé par toutes les lignes de déethaniseur

N° de ligne en pouce	Diamètre (m)	Surface $\pi * \frac{d^2}{4}$ (m ²)	Longueur (m)	Volume de pipe (m ³)
Ligne 10''	25,40 * 10 ⁻²	05,06 * 10 ⁻²	62,00	03,20
Ligne 8''	20,32 * 10 ⁻²	03,24 * 10 ⁻²	170,00	05,50
Ligne 6''	15,24 * 10 ⁻²	01,82 * 10 ⁻²	220,00	04,00
Ligne 4''	10,16 * 10 ⁻²	00,81 * 10 ⁻²	77,00	00,60
Total				13,30

Volume minimal estimé pour cette section est égal à 15,09 + 13,30 = **28,39 m³**

- **Section réfrigération**

La quantité minimale du propane peut être estimée au niveau de la section de réfrigération après le drainage de toute la section : **(Voir Annexe 4 et 5).**

Tableau II.7 : Quantité de liquide non drainé dans des équipements de la S/réfrigération,

Equipements	Quantité de liquide non drainée (m ³)
ballon HP (V-1006)	08,51
ballon MP (V-1007)	02,67
BP (V-1008)	02,29
Ballon accumulateur (V-1009)	00,78
Sécheur de garde (V-1010)	00,20
Schiller (E-1021) coté calandre	02,78
Schiller (E-1021) coté tube	00,80
Schiller (E-1022) coté calandre	02,78
Schiller (E-1022) coté tube	00,80
Schiller (E-1023) coté calandre	02,78

Schiller (E-1023) coté tube	00,80
Schiller (E-1024) coté calandre	02,78
Schiller (E-1024) coté tube	00,80
Schiller (E-1025) coté calandre	02,78
Schiller (E-1025) coté tube	00,80
Schiller (E-1026) coté calandre	02,62
Schiller (E-1026) coté tube	00,20
02 Aéros-réfrigérants (E-1012)	01,80
20 Aéro-condenseurs (E-1027)	15,00
Total	51,97

Tableau II,8 : Volume occupé par toutes les lignes de la section réfrigération

N° de ligne en pouce	Diamètre (m)	Surface $\pi * \frac{d^2}{4} (m^2)$	Longueur (m)	Volume de pipe (m ³)
Ligne 10''	25,40 * 10 ⁻²	05,06 * 10 ⁻²	100	05,00
Ligne 8''	20,32 * 10 ⁻²	03,24 * 10 ⁻²	400	13,00
Ligne 6''	15,24 * 10 ⁻²	01,82 * 10 ⁻²	933	17,00
Ligne 4''	10,16 * 10 ⁻²	00,81 * 10 ⁻²	390	03,00
Total	-	-	-	38,00

Le volume restant dans la section réfrigération est de $51,97 + 38,00 = 89,77m^3$

Après l'estimation de la quantité restante dans chaque section pour un train à l'arrêt,

On calcule la quantité globale de Propane et Butane torchée dans toutes les sections,

Déshydratation + fractionnateur + déethaniseur + réfrigération est égal à :

$$03,60 + 169,87 + 28,39 + 89,77 = 289,83 m^3$$

II.6.2. Estimation de la quantité de GPL torchée pour un train après le mauvais fonctionnement d'un équipement

- **1^{er} cas : exemple d'un arrêt d'urgence d'un train à cause d'une fuite importante au niveau de ballon de reflux (V-1003) dans la section séparation :**

Pour résoudre ce problème il faut d'abord arrêter le train puis isoler le ballon de reflux et la quantité de GPL sera envoyée vers le ballon vide vite et après vers la torche,

Tableau II.9 : Quantité de liquide torchée de l'équipement

Equipment	Quantité de GPL torchée (m ³)
Ballon de reflux (V-1003)	86,91

Tableau II,10 : Volume occupé par toutes les lignes du ballon de reflux

N° de la ligne en pouce	Diamètre (m)	Surface $\pi * \frac{d^2}{4}$ (m ²)	Longueur (m)	Volume de pipe (m ³)
Ligne 4"	10,16 * 10 ⁻²	0,81 * 10 ⁻²	25,00	00,20
Ligne 10"	25,40 * 10 ⁻²	5,06 * 10 ⁻²	116,00	05,87
Ligne 12"	30,48 * 10 ⁻²	7,30 * 10 ⁻²	25,00	01,83
Ligne 22"	55,88 * 10 ⁻²	24,53 * 10 ⁻²	40,00	09,81
Total	–	–	–	17,71

Le volume estimé dans le 1^{er} cas égal à 86,91+17,71=**104,62 m³**

- **2^{ème} cas : exemple d'un arrêt d'urgence d'un train à cause d'une fuite importante au niveau de déethaniseur (V-1102) dans la section séparation**

D'abord on fait le vidange du déethaniseur (V-1102) jusqu'à le fond de la colonne (Jusqu'à la fermeture des vannes), et après on arrêter le train,

Tableau II.11 : la quantité de liquide torchée de l'équipement,

Equipement	Quantité de GPL torchée (m ³)
Déethaniseur (V-1102)	58,80

Tableau II.12: le volume occupé par tous les lignes de déethaniseur

N° de la ligne en pouce	Diamètre (m)	Surface $\pi * \frac{d^2}{4}$ (m ²)	Longueur (m)	Volume de pipe (m ³)
Ligne 6''	15,24 * 10 ⁻²	1,82 * 10 ⁻²	49,00	00,89
Ligne 8''	20,32 * 10 ⁻²	3,24 * 10 ⁻²	16,00	00,52
Ligne 10''	25,40 * 10 ⁻²	5,06 * 10 ⁻²	62,00	03,14
Total	–	–	–	04,55

Le volume estimé dans la 2^{ème} caségalà 58,80+04,55= **63,35 m³**

II. 7Dimensionnement de la ligne de récupération de propane

Deux critères sont retenus pour le dimensionnement d'une ligne : la vitesse et la perte de charge, En plus, les caractéristiques les plus importantes pour le dimensionnement d'une ligne de récupération sont le diamètre et l'épaisseur de la tuyauterie, Le choix du diamètre d'une canalisation est dicté par les conditions économiques et opératoires.

Le diamètre de la ligne de récupération est de 4'' (d=0,1016 m), qui est le même des deux lignes B,D qui existent sur site.

II.7.1 Théorie de calculs

a- Nuance de la nouvelle conduite

Conformément aux normes appliquées par le complexe GP1/Z, la nouvelle ligne de récupération aura la nuance : **D1X (ASTM A53 Gr A),(Annexe1).**

Le choix du matériau (acier au carbone A53 classe Gr A) est basé sur des conditions de sécurité :

- Ce type de matériau est utilisé pour les gaz inflammables.
- Résistance à une gamme de températures importantes.

Et du point de vue économique, il est le moins cher.

b-Vitesse d'écoulement du gaz

Selon la loi de continuité, on a :

$$Q_m = \rho \cdot v \cdot s \quad (1)$$

v : vitesse d'écoulement du fluide en (m/s),

s : surface,

$$s = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad \Rightarrow \quad V = \frac{Q_m}{S \times \rho}$$

$$V = \frac{4 \times Q_m}{\rho \times \pi \times D^2} \quad (2)$$

b- Nature de l'écoulement

- **Nombre de Reynolds:** Il représente le rapport des forces d'inertie aux forces de viscosité c'est l'indicateur du régime d'écoulement,

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad (3)$$

ρ : masse volumique en kg/m³

μ : viscosité dynamique en kg/m.s

D : diamètre du collecteur en m,

v : vitesse d'écoulement en m/s,

Selon la valeur calculée de Reynolds on distingue trois régimes d'écoulement :

Si $Re < 2300$ le régime est laminaire, il correspond à un écoulement régulier,

Si $2300 < Re < 10^4$ le régime est transitoire (intermédiaire) correspond à un écoulement instable entre le régime laminaire et turbulent,

Si $Re > 10^4$ le régime est turbulent indique la présence des tourbillons dans l'écoulement,

d- pertes de charge

Les équations relatives à la chute de pression sont fondées sur le théorème de *Bernoulli*. Un fluide réel en mouvement subit des pertes d'énergie dues aux frottements sur les parois des tuyères (pertes de charge linéaires) ou à cause des obstacles tels que les coudes, les clapets et les vannes (pertes de charge singulières).

- **Pertes de charges linéaires**

Ce type des pertes est dû généralement aux frottements résultants de contact entre le fluide et les parois internes des canalisations, qu'ils soient tuyaux lisses ou les tuyaux rugueux, les pertes de charge sont représentées par une diminution de pression tout au long de la canalisation.

Lorsque l'écoulement est turbulent, les pertes de charge linéaires sont déterminées par l'équation de *Darcy* :

$$\Delta p = \lambda \rho \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

Δp : Chute de pression en kgf/cm²

λ : **Coefficient de pertes de charge.**

D : diamètre interne du collecteur en m.

ρ : Masse volumique en kg/m³

v : vitesse d'écoulement en m/s.

g : accélération de la pesanteur. $g=9,81\text{m/s}^2$

L : longueur du collecteur en m.

- **Pertes de charges locales (singulières)**

Les pertes de charge à travers les coudes, téés, vannes, robinets et rétrécissements sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta p = \rho K \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

K : **coefficient de perte de charge locale.**

ΔP : Chute de pression en kgf/cm².

ρ : Masse volumique en kg/m³.

V : vitesse d'écoulement en m/s.

e- Epaisseur du collecteur

L'épaisseur du collecteur représente la différence du diamètre extérieur et intérieur divisée par 2, elle peut être calculée par la formule suivante :

$$e = \frac{(D_{ext} - D_{int})}{2} \quad (6)$$

e : épaisseur de tube (cm).

D_{ext} : diamètre extérieur (cm).

D_{int} : diamètre intérieur (cm).

II.7.2Partie calcul

Dans cette partie on a calculé le débit, la vitesse d'écoulement, le nombre de Reynolds et les pertes de charge pour un train sans débutaniseur.

Le volume du GPL envoyé vers les lignes B, D pour un train est de **289,83m³**, en considérant seulement la disponibilité de la pompe (**P-1011**), Le temps nécessaire pour vider cette quantité est de **8** heures.

Alors on peut calculer le débit volumique de liquide circulant dans les canalisations pendant l'opération de vidange qui sera égal à :

$$V=289,83 \text{ m}^3 \quad \text{et } t= 8\text{h} \quad \Longrightarrow \quad Q_v=36,23\text{m}^3/\text{h}$$

Et le débit massique sera égal à : $Q_m= \rho * Q_v$

Avec la masse volumique du GPL : $\rho =537 \text{ kg/m}^3$, on obtient alors :

$$Q_m= 19455,51 \text{ kg/h}$$

- **Calcul de la vitesse d'écoulement**

Sachant que :

$$Q_m = \rho \cdot v \cdot s \quad \Longrightarrow \quad v = \frac{Q_m}{s \cdot \rho}$$

Pour la ligne de 4'', son diamètre est de **0,1016 m**

$$\text{Avec : } s = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad \Longrightarrow \quad s = \frac{3,14 \cdot (0,1016)^2}{4} = 0,0081 \text{ m}^2$$

$$\rho = 537 \text{ kg/m}^3$$

Alors :

$$V = \frac{19455,51}{0,0081 \cdot 537} = \frac{4472,839 \text{ m}}{h} V = 1,24 \text{ m}$$

- **Calcul de Reynolds**

$$P = 537 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 327 \cdot 10^{-6} \text{ pa}\cdot\text{s}$$

$$D = 0,1016 \text{ m}$$

$$V = 1,24 \text{ m/s}$$

En remplaçant ces données dans l'équation (3) :

$$Re = \frac{537 \cdot 1,24 \cdot 0,1016}{327 \cdot 10^{-6}} = 2,06 \cdot 10^5$$

On a trouvé une valeur de Reynolds $Re = 2,06 \cdot 10^5$, elle est $> 10^4$ donc l'écoulement est turbulent.

- **Calcul des pertes de charge**

Ligne 4'' BD 5852DIG

a) Pertes de charge linéaire : (Δp_L)

On a

$$\rho = 537 \text{ kg/m}^3$$

$$L = 140 \text{ m}$$

$$D = 0,1016 \text{ m}$$

$$V = 1,24 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

La détermination de λ se fait par la méthode graphique à partir du diagramme de **MOODY** qui est en fonction du nombre de **REYNOLDS** et de la rugosité relative (ε/D).

Avec $\varepsilon = 0,0006$ pour l'acier au carbone et $D = 0,1016 \text{ m}$

La rugosité relative est égale à $\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0006}{0,1016} = 0,006$

A partir du diagramme on a trouvé $\lambda = 0,032$

En remplaçant ces données dans l'équation (4) :

$$\Delta p_l = 0,032 * 537 * \frac{140}{0,1016} * \frac{(1,24)^2}{2*9,81} = 1855,7 \text{ kgf/m}^2$$

$$\Delta p_l = 0,18557 \text{ kgf/cm}^2$$

a) Pertes de charges singulières

❖ Coudes : Δp_c

On a besoin de 6 coudes de 90° pour assurer l'adaptation de la pipe à travers les installations.

Pour les coudes de 90° : On a $K=0,5$

En remplaçant les données dans l'équation (5) :

$$\Delta p_c = \left[\frac{537*0,5*(1,24)^2}{2*9,81} \right] * 6 = 0,0126 \text{ kgf/cm}^2$$

❖ Vannes : Δp_v :

Pour cette ligne on a un clapet anti-retour et une vanne de contrôle.

Vanne de contrôle : $K=3,00$

$$\Delta p_{v1} = \left[\frac{537*3*(1,24)^2}{2*9,81} \right] * 1 = 0,0126 \text{ kgf/cm}^2$$

Clapet anti-retour : $K=0,68$

$$\Delta p_{v2} = \left[\frac{537*(0,68)*(1,24)^2}{2*9,81} \right] = 0,0028 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\Delta p_s = \Delta p_c + \Delta p_{v1} + \Delta p_{v2} = 0,0126 + 0,0126 + 0,0028 = 0,028 \text{ kgf/cm}^2$$

La perte de charge pour la 1^{ère} ligne sera :

$$\Delta p_{tot} = \Delta p_l + \Delta p_s = 0,18557 + 0,028 = 0,2135 \text{ kgf/cm}^2$$

Ligne 4'' BD 5853DIZ :

b) Pertes de charge linéaire : (Δp_L)

$$\rho = 537 \text{ Kg/m}^3$$

$$L = 110 \text{ m}$$

$$d = 0,1016 \text{ m}$$

$$V = 1,24 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\lambda = 0,032$$

De la même manière que la 1^{ère} ligne, on remplace ces données dans la relation (4) :

$$\Delta p_l = 0,032 * 537 * \frac{110}{0,1016} * \frac{(1,24)^2}{2*9,81} = 0,1458 \text{ kgf/cm}^2$$

b) Pertes de charges singulières :

❖ Coudes : Δp_c

Du même que la 1^{ère} ligne on a 6 coudes de 90°.

$$\Delta p_c = \left[\frac{537*0,5*(1,24)^2}{2*9,81} \right] * 6 = 0,0126 \text{ Kgf/cm}^2$$

❖ Vannes : Δp_v :

Pour cette ligne on a une vanne manuelle, un clapet anti-retour et une vanne de contrôle,

Vanne de contrôle : $K=3,0$

$$\Delta p_{v1} = \left[\frac{537*3*(1,24)^2}{2*9,81} \right] * 1 = 0,0126 \text{ kgf/cm}^2$$

Vanne manuelle : $K=0,25$

$$\Delta p_{v2} = \left[\frac{537*(0,25)*(1,24)^2}{2*9,81} \right] = 0,0010 \text{ kgf/cm}^2$$

clapet anti – retour : $K=0,68$

$$\Delta p_{v3} = \left[\frac{537*(0,68)*(1,24)^2}{2*9,81} \right] = 0,0028 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\Delta p_s = \Delta p_c + \Delta p_{v1} + \Delta p_{v2} + \Delta p_{v3} = 0,0126 + 0,0126 + 0,0010 + 0,0028 = 0,029 \text{ kgf/cm}^2$$

La perte de charge pour la 2^{ème} ligne sera :

$$\Delta p_{tot} = \Delta p_l + \Delta p_s = 0,1458 + 0,029 = 0,1748 \text{ kgf/cm}^2$$

Donc la perte de charge pour les deux lignes :

$$\Delta p_{tot} = \Delta p_1 + \Delta p_2 = 0,21357 + 0,1748 = 0,3883 \text{ kgf/cm}^2$$

❖ Calcul de l'épaisseur de la conduite :

On a une pipe de 4'' :

1'' \longrightarrow 2,54 cm \longrightarrow 4'' \longrightarrow 10,16 cm, c'est le diamètre intérieur,

$R_{ext} = 5,715 \text{ cm}$ \longrightarrow $D_{ext} = 11,43 \text{ cm}$ (voir annexe n°4)

$D_{int} = 10,16 \text{ cm}$

En remplaçant ces données dans la relation (6) :

$$e = (11,43 - 10,16)/2 = 0,63 \text{ cm} = 6,3 \text{ mm}$$

III.1 Généralités sur la simulation

En général la simulation est un outil utilisé dans les différents domaines de l'ingénierie et de la recherche. Elle permet d'analyser le comportement d'un système avant de l'implanter et d'optimiser son fonctionnement en testant différentes solutions et conditions opératoires. Elle s'appuie sur l'élaboration d'un modèle de système permettant la réalisation des scénarios en déduisant le comportement du système physique analysé.

Un modèle ne constitue pas une représentation exacte de la réalité physique, mais il est seulement apte à restituer les caractéristiques les plus importantes du système analysé.

III.1.1 Logiciels de simulation des procédés

Les simulateurs industriels les plus connus et utilisés mondialement sont :

- Chemcade
- Hysys, Hysim, Prosim (Hyprotech)
- Aspen Plus (Aspen Technologies)
- Design II (Win Sim)
- Pro-II (Simulation Sciences).

III.1.2 Définition de la simulation

Une simulation peut être considérée comme l'utilisation d'un ensemble de modèle mathématique pour représenter le comportement d'un système (procédé). Elle nous fournit un bon aperçu du système et de ses caractéristiques les plus importantes sans intervenir ou expérimenter sur le procédé réel.

III.1.3 Présentation de logiciel HYSYS

Le « HYSYS » est un logiciel de simulation des procédés de génie chimie ; a été développé par la société canadienne HYPROTECH. Il a l'avantage d'être facile à utiliser une fois que les éléments de base sont compris. Le logiciel HYSYS est un outil de dimensionnement utilisé pour

- S'assurer que les conceptions optimales sont identifiées.
- Modéliser les unités existantes.
- Assurer que les équipements sont conformes aux spécifications prescrites.
- Evaluer et d'améliorer les procédés existants.

III.1.4 Utilisation de simulateur HYSYS

Le fonctionnement d'un simulateur est basé essentiellement sur le choix d'un modèle thermodynamique que représente le système à étudier, les constituants, établir le schéma de procédé (PDF) ; ainsi que spécifier les paramètres nécessaires de chaque opération, il peut aussi dimensionner des équipements.

Le HYSYS utilisé dans différents tâches qu'un simulateur de procédé devrait effectuer pour :

- Etablissement des bilans de matière et d'énergie d'un procédé industriel.
- Réajustement des paramètres de fonctionnement dans le cas de changements de composition de l'alimentation.
- Dimensionnement des équipements.
- Optimisation du procédé.
- Détermination des performances des équipements.
- Evaluation économique du procédé (Engineering).

III.1.5 Description HYSYS

Le logiciel HYSYS (hydrocarbure système) est un ensemble de modèle mathématique des opérations unitaires (ballon, colonne de distillation, compresseur, échangeur, vannes...etc) ; ces opérations sont connectées dans un schéma de procédé PDF par le courant d'information générés dans ces opérations. Donc le HYSYS est un programme informatique pour la simulation des procédés de l'industrie de gaz, des procédés de raffinage et de pétrochimie en mode statique ou mode dynamique. Les ingénieurs engagés dans le domaine de design utilisent le logiciel HYSYS pour faire des calculs rapides en utilisant des modèles efficaces et des techniques optimales.

III.1.6 Choix du modèle thermodynamique

Les logiciels de simulation donnent accès à plusieurs modèles thermodynamique pour la prédiction de l'équilibre liquide-vapeur, d'enthalpie et l'entropie ainsi que les propriétés de transport.

La réussite de la simulation dépend du choix du modèle thermodynamique , parce que ce dernier est établi pour une classe de fluide et un domaine de conditions(Pression, Température) recommandées en utilisant des hypothèses et des suppositions pratiques.

L'équation d'état **fluide package** utilisé pour les mélanges (liquide-vapeur), qui est recommandée pour les systèmes d'hydrocarbures c'est l'équation de **PENG ROBINSON** qui a la forme suivante :

$$P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a\alpha}{V(V+b)+b(V-b)}$$

III.2.Méthode suivie

Les données de base entrées dans le logiciel de calcul sont :

❖ GPL

- ✓ Pression d'équilibre : 3~29 kg/cm²
- ✓ Température d'équilibre : 23,3 °C
- ✓ Débit volumique : 150 m³/h

❖ Propane

- ✓ Pression d'équilibre : 3~21 kg/cm²
- ✓ Température d'équilibre : -37 °C
- ✓ Débit volumique : 89,6 m³/h

❖ Butane

- ✓ Pression d'équilibre : 3~17 kg/cm²
- ✓ Température d'équilibre : -4°C
- ✓ Débit volumique : 63 m³/h

❖ Le ballon (V-1701)

- ✓ Volume : 168 m³
- ✓ Pression de service : 2kg/cm²
- ✓ Température de service : -48~114°C

❖ La pompe (P-1011)

- ✓ Pression d'aspiration : 0,1 kg/cm²
- ✓ Température de fonctionnement : -42~42 °C

- On va partager cette simulation e deux parties :

On va faire une simulation pour récupérer la quantité maximale du liquide dans la 1^{er} partie, et en variant les conditions des équipements(le ballon ; la pompe) dans la 2^{ème} partie pour augmenter la quantité du liquide récupérer jusqu'à 100%

- **1^{er} partie** : On travaille à une pression de **2 kg/cm²** dans le ballon (V-1701) car cette valeur représente la pression maximale d'aspiration de la pompe (P-1011).

III.2.1. Récupération du GPL

Compositions « pure component »

Tableau III.1 : Composition du GPL.

Compositions	Fraction molaire
C_1H_4	00,003
C_2H_6	02,009
C_3H_8	52,512
i- C_4H_{10}	16,750
n- C_4H_{10}	28,258
i- C_5H_{12}	00,308
n- C_5H_{12}	00,160
Total	100,00

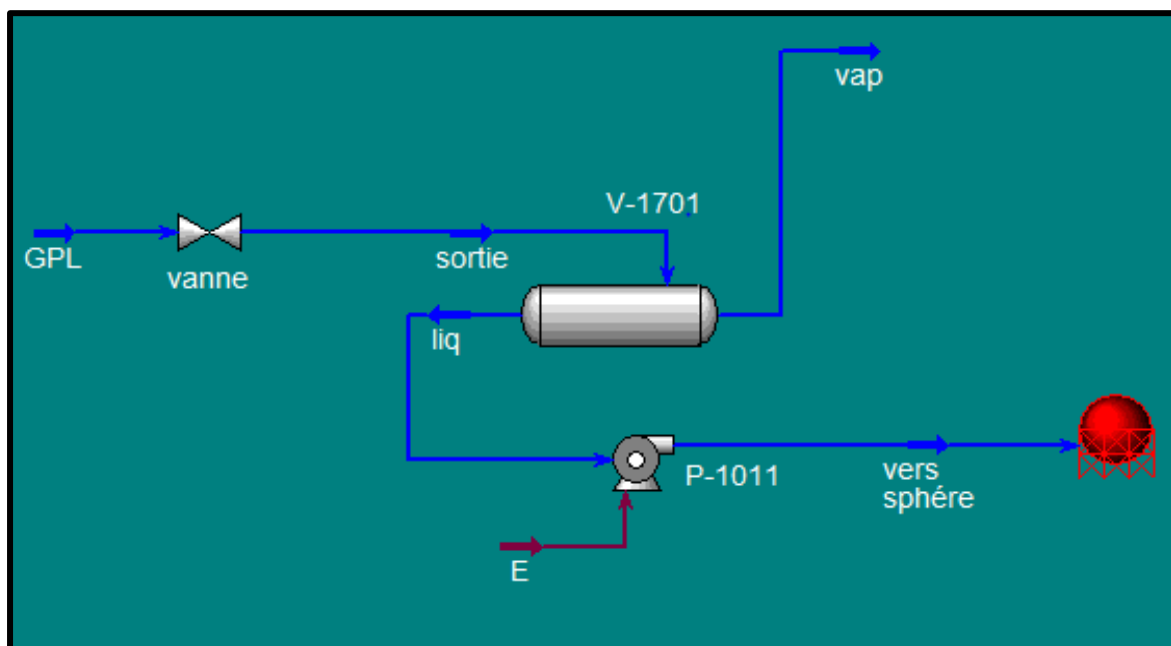


Figure III.1 : Schéma représente la récupération du GPL.

Résultats**Tableau III.2 :** Variation de la quantité du GPL liquide en fonction de la pression d'entrée

Pression d'entrée [kg/cm ²]	ΔP de la vanne [kg/cm ²]	Q,liquide [m ³ /h]	% liquide
3	1	00,00	00,00
4	2	00,00	00,00
5	3	38,02	51,08
6	4	94,66	73,67
7	5	115,80	85,58
8	6	115,80	85,58
9	7	115,80	85,58
10	8	115,80	85,58
11	9	115,80	85,58
12	10	115,80	85,58
13	11	115,80	85,58
:	:	:	:
:	:	:	:
29	27	115,70	85,55

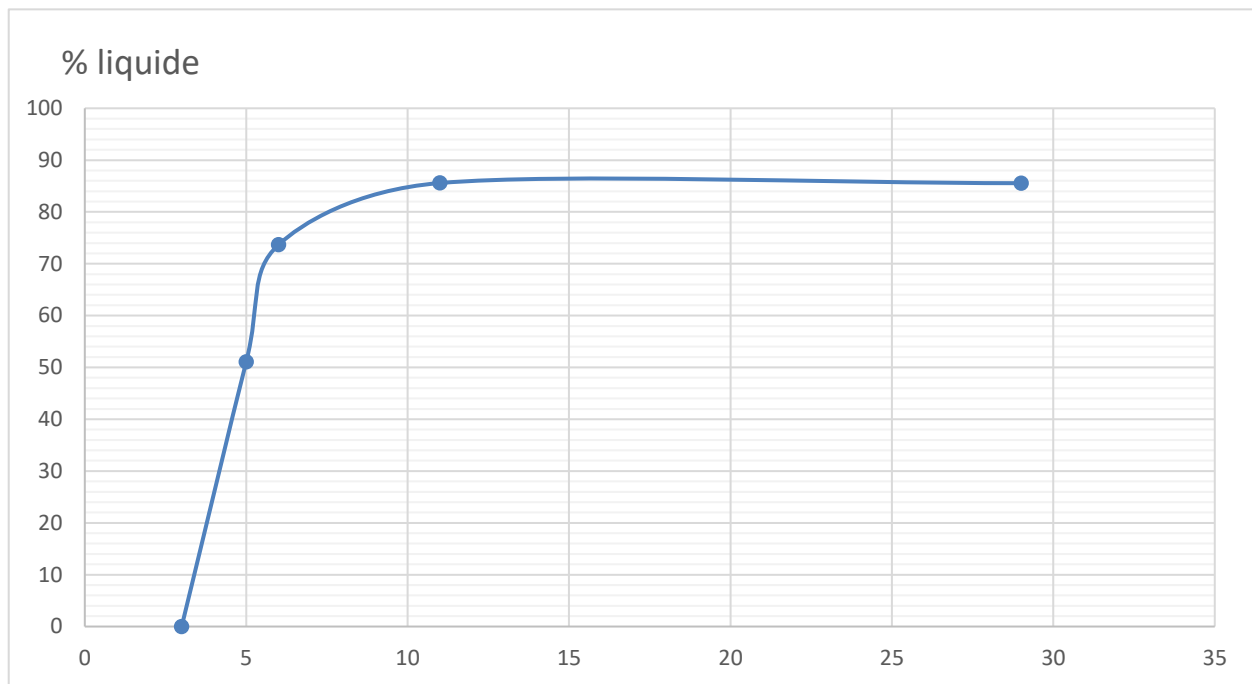


Figure III.2 : Variation de la quantité du GPL liquide en fonction de la pression d'entrée

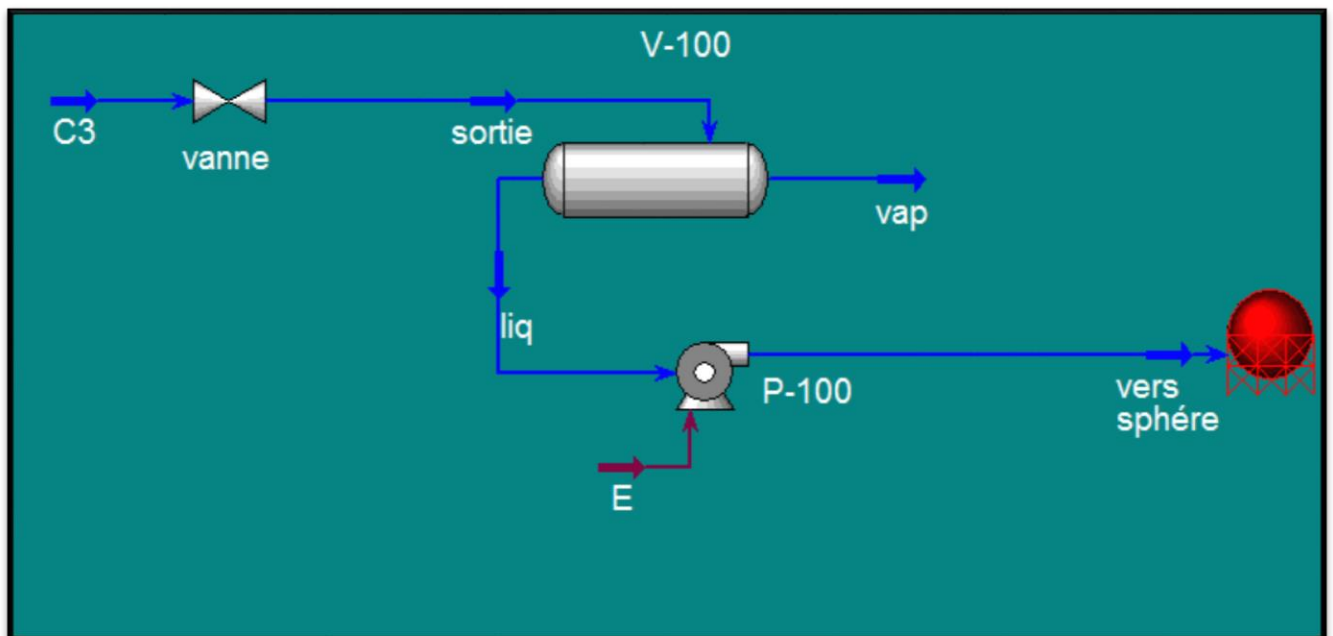


Figure III.3 : Schéma représente la récupération du propane

III.2.2 Récupération du propane liquide

Compositions	Fraction molaire
C ₁ H ₄	00,00
C ₂ H ₆	01,07
C ₃ H ₈	97,88
i-C ₄ H ₁₀	00,98
n-C ₄ H ₁₀	00,07
i-C ₅ H ₁₂	00,00
n-C ₅ H ₁₂	00,00
Total	100,00

Tableau III.3 : Composition du propane

Résultats

Tableau III.4 : la variation de la quantité du propane liquide en fonction de la pression d'entrée.

Pression d'entrée [kg/cm ²]	Δp de La vanne [kg/cm ²]	Q, liquide [m ³ /h]	% liquid
3	1	89,60	90,00
4	2	89,60	90,00
5	3	89,60	90,00
6	4	89,60	90,00
7	5	89,60	90,00
8	6	89,60	90,00
9	7	89,60	90,00
10	8	89,60	90,00
11	9	89,60	90,00
12	10	89,60	90,00
13	11	89,60	90,00
:	:	:	:
:	:	:	:
21	19	89.60	90.00

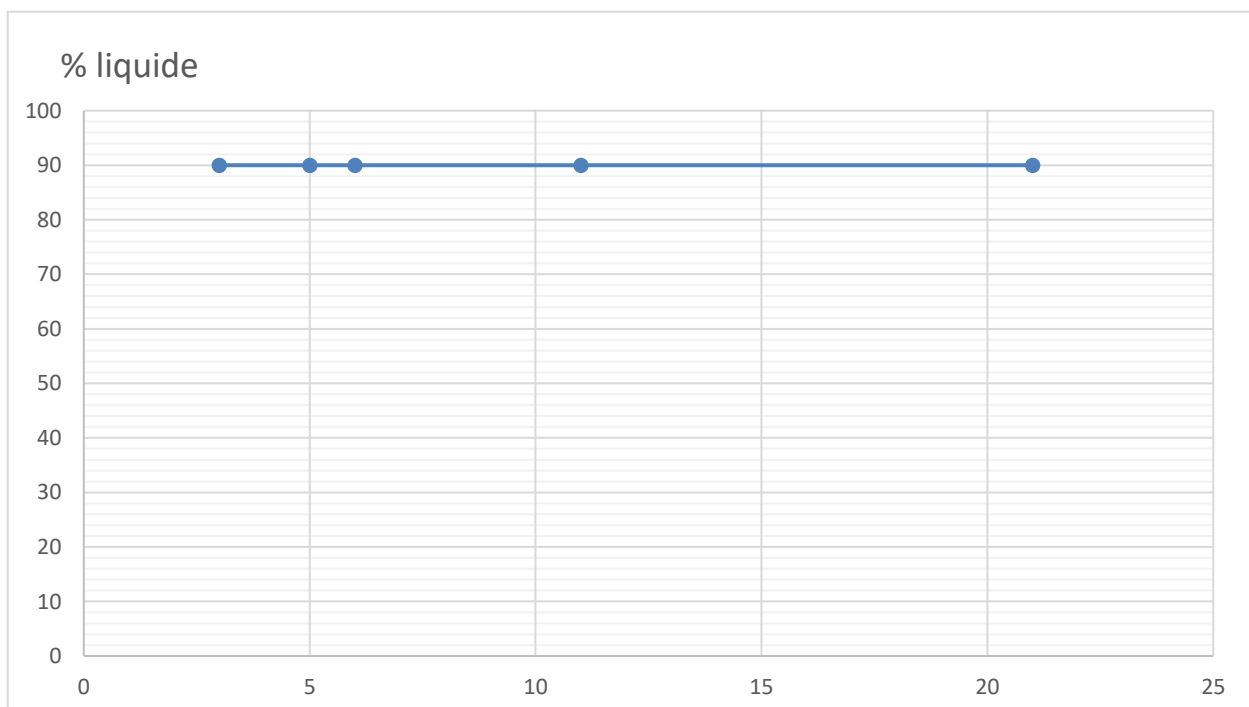


Figure III.4 : Variation de la quantité du propane liquide en fonction de la pression d'entrée

III.2.3 Récupération du Butane liquide:

Tableau III.5 : Composition du Butane.

Compositions	Fraction molaire
C_1H_4	00,00
C_2H_6	00,00
C_3H_8	00,41
i- C_4H_{10}	30,90
n- C_4H_{10}	67,69
i- C_5H_{12}	00,87
n- C_5H_{12}	00,13
Total	100,00

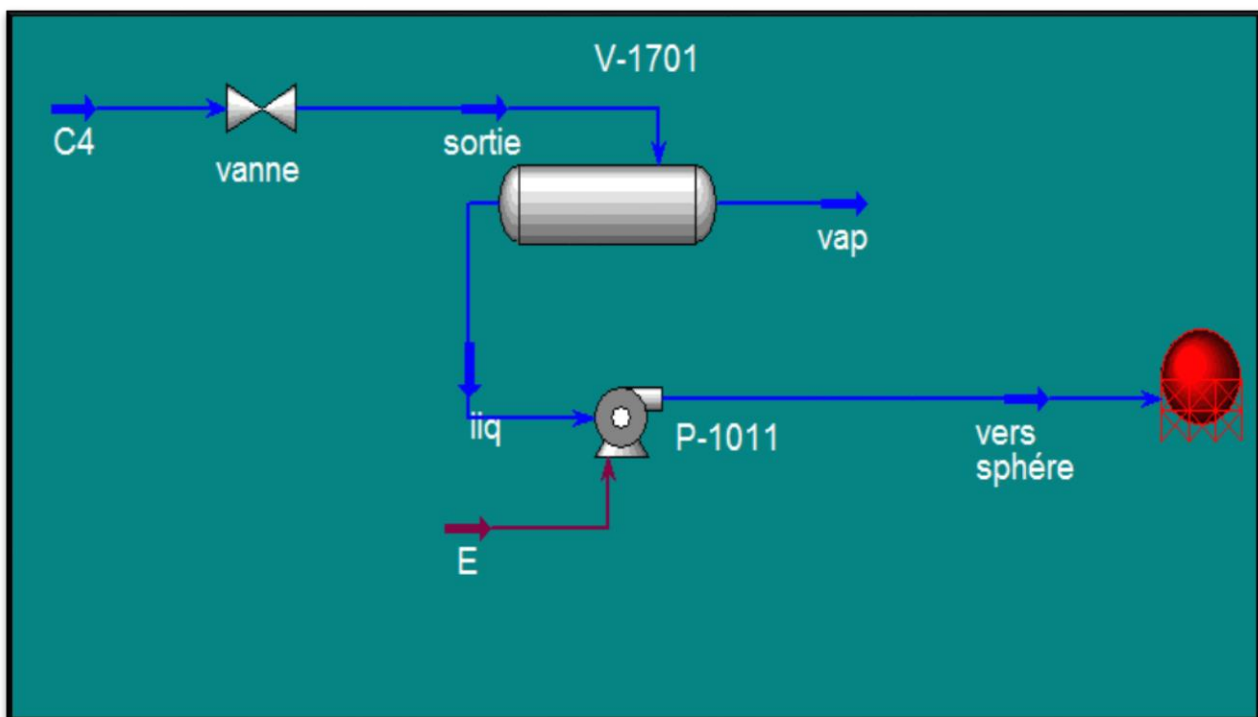


Figure III.5 : Schéma représente la récupération du Butane.

Résultats**Tableau III.6** : Variation de la quantité du Butane liquide en fonction de la pression d'entrée

Pression d'entrée [kg/cm ²]	Δp de La vanne [kg/cm ²]	Q _v liquide [m ³ /h]	% liquide
3	1	63,00	100,00
4	2	63,00	100,00
5	3	63,00	100,00
6	4	63,00	100,00
7	5	63,00	100,00
8	6	63,00	100,00
9	7	63,00	100,00
10	8	63,00	100,00
11	9	63,00	100,00
12	10	63,00	100,00
13	11	63,00	100,00
14	12	63,00	100,00
15	13	63,00	100,00
16	14	63,00	100,00
17	15	63,00	100,00

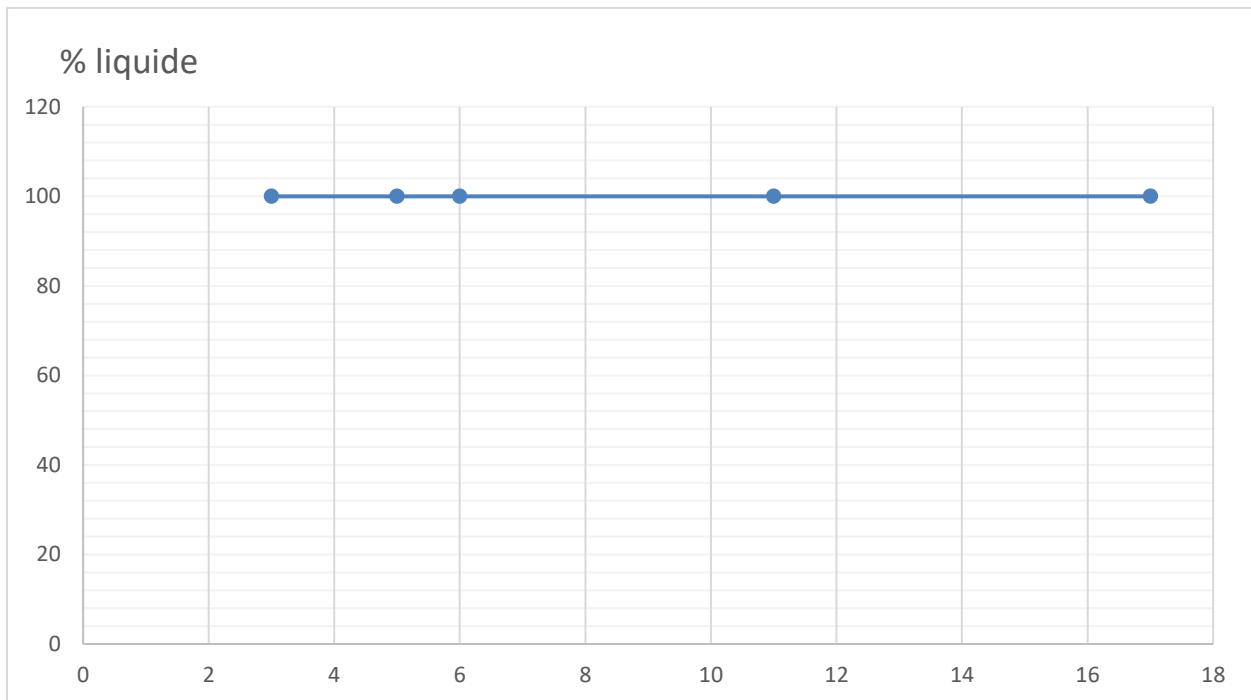


Figure III.6 : Variation de la quantité du Butane liquide en fonction de la pression d'entrée.

- **2^{ème} partie :** Dans cette partie on va augmenter la pression du ballon (V-1701) jusqu'à **7 kg/cm²**.

III.3.1 Récupération du GPL

Tableau III.7 : Variation de la quantité du GPL liquide en fonction de la pression du ballon (V-1701)

Pression (V-1701) [kg/cm ²]	Q,liquide[m ³ /h]	% liquid
00,50	92,810	65,00
01,00	102,80	68,14
01,50	109,90	70,00
02,00	115,70	73,32
02,50	120,70	75,00
03,00	125,20	78,14
03,50	129,30	82,16
04,00	133,20	83,63
04,50	136,80	86,97
05,00	140,30	89,90

05,50	143,60	94,09
06,00	146,80	95,00
06,50	149,90	99,15
07,00	150,00	100,00

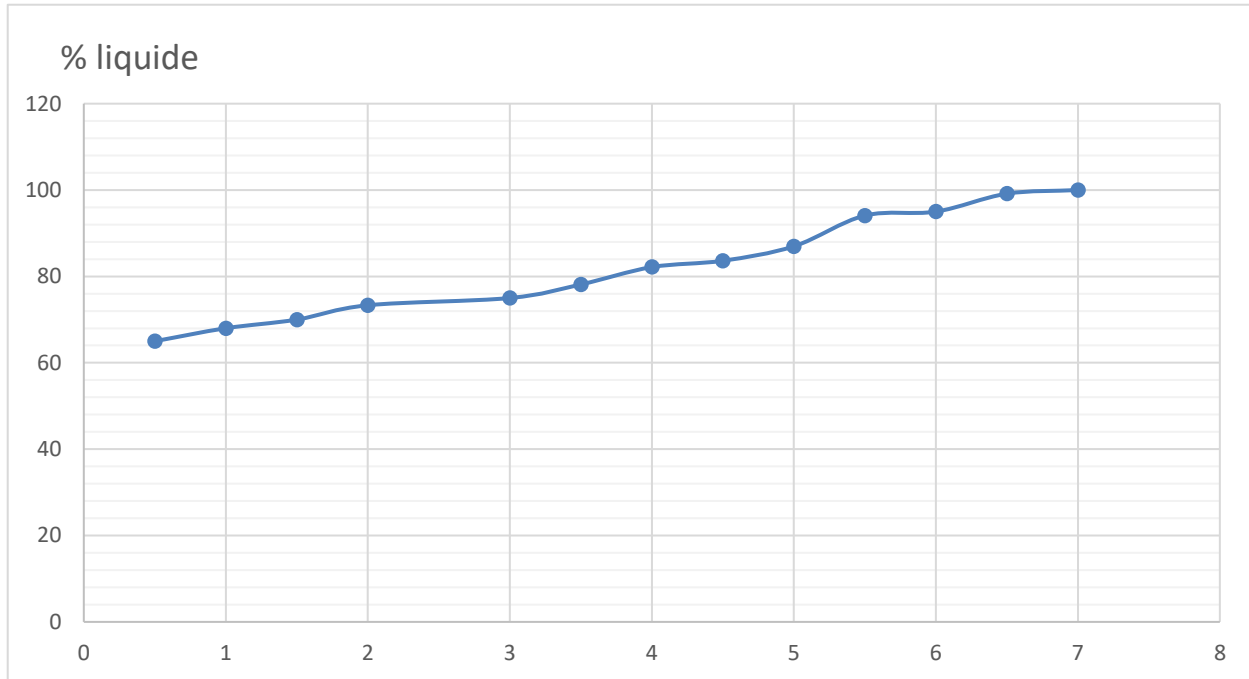


Figure III.7 : Variation de la quantité du GPL liquide en fonction de la pression du ballon (V-1701).

III.3.2. Récupération du propane liquide :

Tableau III.8 : Variation de la quantité du propane liquide en fonction de la pression du ballon

Pression (V1701) [kg/cm ²]	Q,liquide[m ³ /h]	% liquid
00,50	79,98	93,00
01,00	86,21	96,00
01,50	89,60	100,00
02,00	89,60	100,00
03,00	89,60	100,00
04,00	89,60	100,00
05,00	89,60	100,00
06,00	89,60	100,00

07,00	89,60	100,00
-------	-------	--------

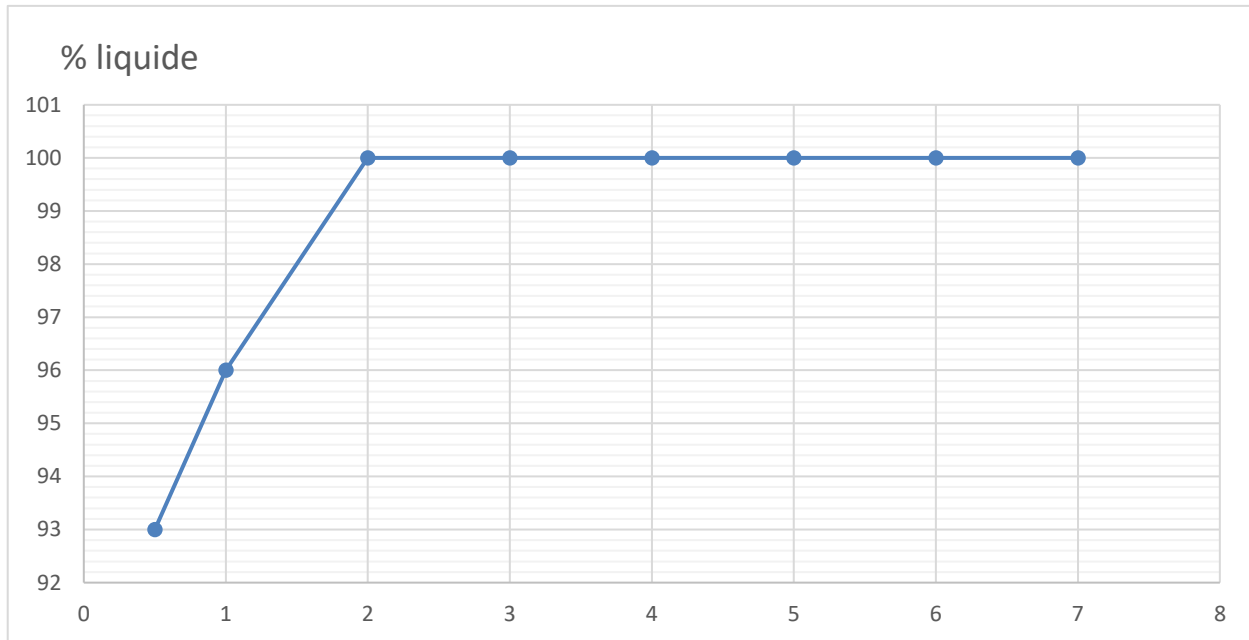


Figure III.8 : Variation de la quantité du propane liquide en fonction de la pression du ballon (V-1701)

III.3.3 Récupération du Butane liquide

Tableau III.9 : Variation de la quantité du Butane liquide en fonction de la pression du ballon (v-1701)

Pression (V-1701) [kg/cm ²]	Q,liquide[m ³ /h]	% liquide
00,50	56,63	88,00
01,00	62,44	98,00
02,00	63,00	100,00
03,00	63,00	100,00
04,00	63,00	100,00

05,00	63,00	100,00
06,00	63,00	100,00
07,00	63,00	100,00

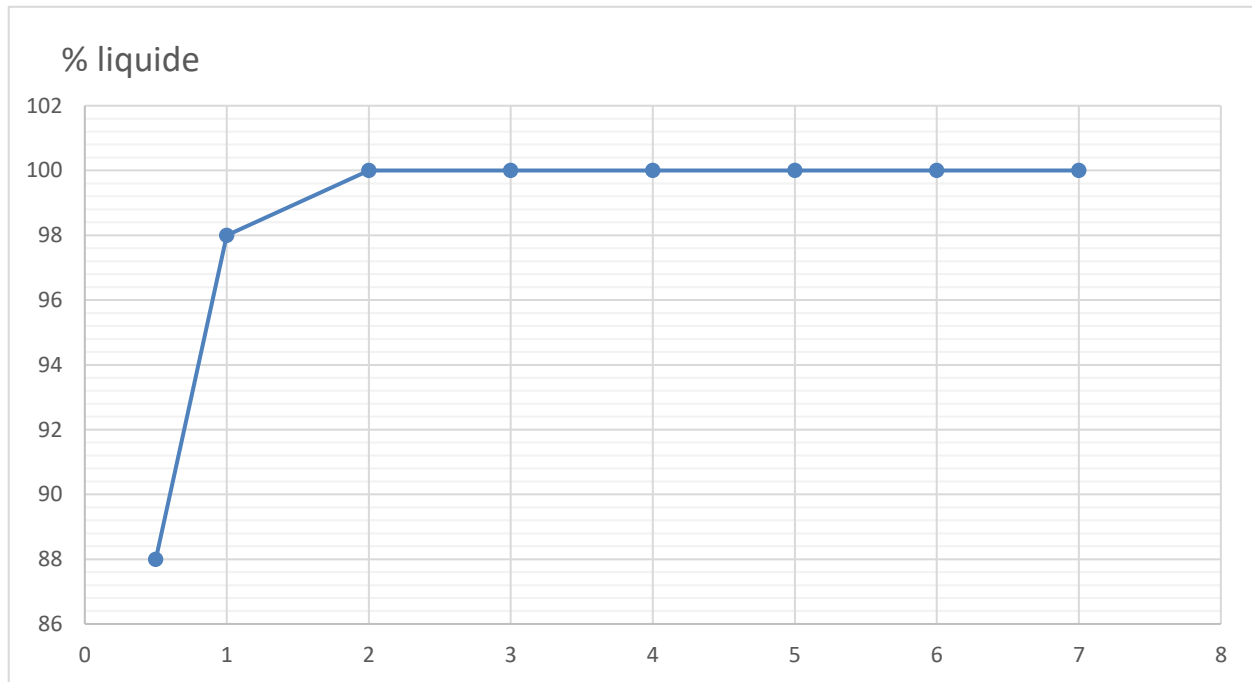


Figure III.9 : la variation de la quantité du Butane liquide en fonction de la pression du ballon (V-1701),

III.4. Interprétation des résultats

Dans la 1^{er} partie on remarque que :

- Pour une pression de 2 kg/cm² dans le ballon (V-1701) et une pression d'entrée de 3 à 29 kg/cm² avec une température de 23,3 °C, on peut récupérer **85,55%** du GPL,
- Pour le propane on récupérer jusqu'à **90%** à cause des fuites et des mauvais fonctionnements,
- La quantité du Butane récupérer atteindre **100%** pour une pression 21,6 kg/cm² et une température de -4°C,

Plus la valeur de Δp augmente plus la détente importante c qui implique une augmentation de la phase liquide au niveau du ballon (V-1701),

La différence entre la quantité du liquide récupéré pour les trois produits (GPL, propane, Butane) est due à la différence de leurs points d'ébullition et chacun a sa propre courbe de saturation, **(Voir annexe 6 et 6.b)**

Dans la 2^{ème} partie on remarque que :

- Pour le GPL, la quantité du liquide s'accroît en augmentant la pression dans le ballon (V-1701) jusqu'à la pression de **7 kgf/cm²** pour atteindre un pourcentage de 100%,
- A une pression de **1,5 kgf/cm²** dans le ballon (V-1701) on atteint 100% propane liquide,
- Pour le Butane, on a que de la phase liquide à une pression de **2 kgf/cm²** dans le ballon (V-1701),

Vu ces résultats on constate qu'un changement des équipements nécessaire :

- Le ballon (V-1701) par un autre qui supporte plus de pression ($P > 7 \text{ kgf/cm}^2$),
- La pompe (P-1011) qui a une pression d'aspiration limitée à 2 kgf/cm^2 par une autre Pompe volumétrique qui peut aspirer le liquide récupéré à une pression supérieure à 7 kgf/cm^2 et refouler à une pression de $19,5 \text{ kgf/cm}^2$,

Ces changements favorisent la récupération de 100% de la quantité drainée,

III.5. Etude technico-économique

La décision d'investissement consiste à sélectionner le projet susceptible de générer le plus de valeur pour les entreprises, Les outils de décision se basent donc les flux financiers et leur répartition dans le temps, L'étude de la rentabilité sera basée sur un train de la phase(I) en prenant comme critère d'évaluation le coût de revient économique,

III.5.1L'évaluation de la rentabilité

La quantité de Propane et Butane récupérée en (tonne) pendant l'arrêt d'un train est calculée de la manière suivante :

Masse (tonnes) = volume de Propane récupéré x masse volumique x pourcentage

- D'après la simulation sur HYSYS la quantité de GPL récupérée en pourcentage 86%,

La quantité du GPL récupérée en tonne = $289,83 \text{ m}^3 \times 0,537 \text{ tonne/m}^3 \times 0,86 = \mathbf{133,85 \text{ tonnes}}$,

Prix actuel du GPL

En se basant sur le prix actuel du GPL **500\$/T**, le gain réalisé sera de:

Le gain en dollars = $500 \$ \times 133,85 = \mathbf{66925,00 \$}$ avec un taux de 118,32 DA pour 1\$

Le gain en dinar = $66925,00 \times 118,32 = \mathbf{7918566,00 \text{ DA}}$

III.5.2 Estimation du coût de l'investissement de la ligne de récupération:

Dans l'estimation du coût de la ligne de récupération, on calcule ceux de la tuyauterie et des accessoires de la ligne,

a- Le coût de la tuyauterie

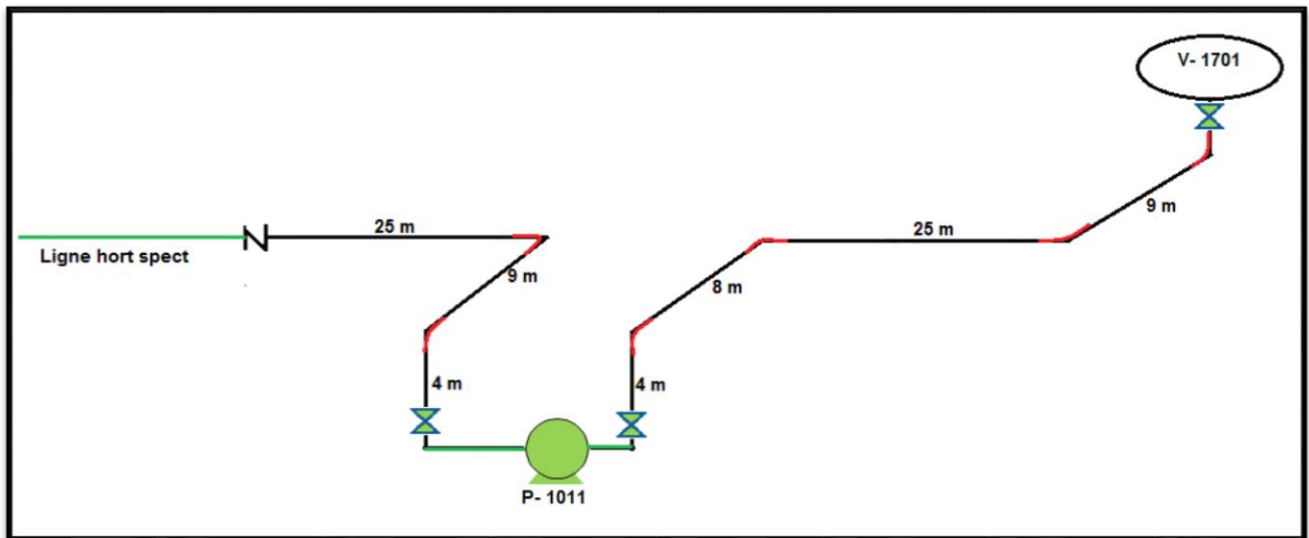


Figure III.10 : Schéma isométrique de la Nouvelle ligne de récupération le liquide torché,

Tableau III.10 : Le coût de la tuyauterie,

NATURE DE L'ACIER	DIAMÈTRE (POUCES)	LONGUEUR (M)	COÛT UNITÉ (DA)	COÛT TOTAL (DA)
A53,GrA	4"	84	19669	1652196

b- Le coût des accessoires

Tableau III.11 : Coûts des accessoires

TYPE	DIAMÈTRE (POUCES)	NOMBRE	COÛT UNITE (DA)	COÛT TOTAL (DA)
Coude 90°	4''	6	9939	59634
Vanne manuelle (LCB)	4''	6	153213	919278
Vanne passage directe	10''	1	300000	300000
Soupape de sécurité	10''	1	46000	46000
Clapet anti retour	4''	1	36000	36000
Total	-	-		1360912

- **Le coût total :**

Le coût total de la réalisation de la nouvelle ligne :

$$1652196 + 1360912 =$$

3013108,00DA

III.5.3 Le gain global de projet

$$7918566,00 - 3013108,00 =$$

4905458,00 DA

L'investissement pour cette modification permettra au complexe de faire des économies de l'ordre de 05 millions DA dans la première année, mais pendant les années à venir, le taux de la quantité récupérée s'élève et le gain pour le complexe dépassera les 08 millions DA,

III.6 Conclusion

L'étude de réalisation de la ligne de récupération des produits hydrocarbures liquides au niveau du complexe GP1/Z pour éliminer une partie du torchage constitue une participation effective et surtout efficace à la préservation et à la protection de l'environnement, ainsi qu'un gain économique acquis :C'est le vrai projet gagnant-gagnant.

Conclusion

Il est nécessaire de savoir qu'actuellement les sources d'énergie aient une considérable part dans notre économie nationale, ceci suppose que toute perte d'énergie quel que soit sa nature peut avoir une influence directe sur les coûts d'exploitation et les produits finis.

Rappelons que parmi les préoccupations essentielles du complexe GP1/Z est réduire les gaz torchés, il est observé un torchage important lors de l'arrêt programmé d'un train donc il nous a paru indispensable d'étudier ce cas en vue de minimiser ces pertes en procédant à leurs récupération. Ce qui nous amène à la nécessité d'élaborer une réalisation d'une ligne de récupération pour chaque train de la phase I.

L'investissement pour cette modification permettra au complexe de faire des économies de l'ordre de **523586 \$** pour les neuf trains en récupérant une quantité de GPL très importantes qui s'approche du volume d'une sphère de charge chaque année.

Autre que la rentabilité économique de ce projet, il permettra d'éliminer une quantité de **1330 T/an** de **CO₂** qui se brûlait à l'atmosphère, donc cette réalisation contribue à la réduction des gaz torchés et par conséquent des phénomènes tels que l'effet de serre et l'échauffement climatique. Nous recommandons une nouvelle étude en ajoutant un ballon de récupération et une pompe volumétrique au niveau de la phase II et la phase III.

ANNEXE 1

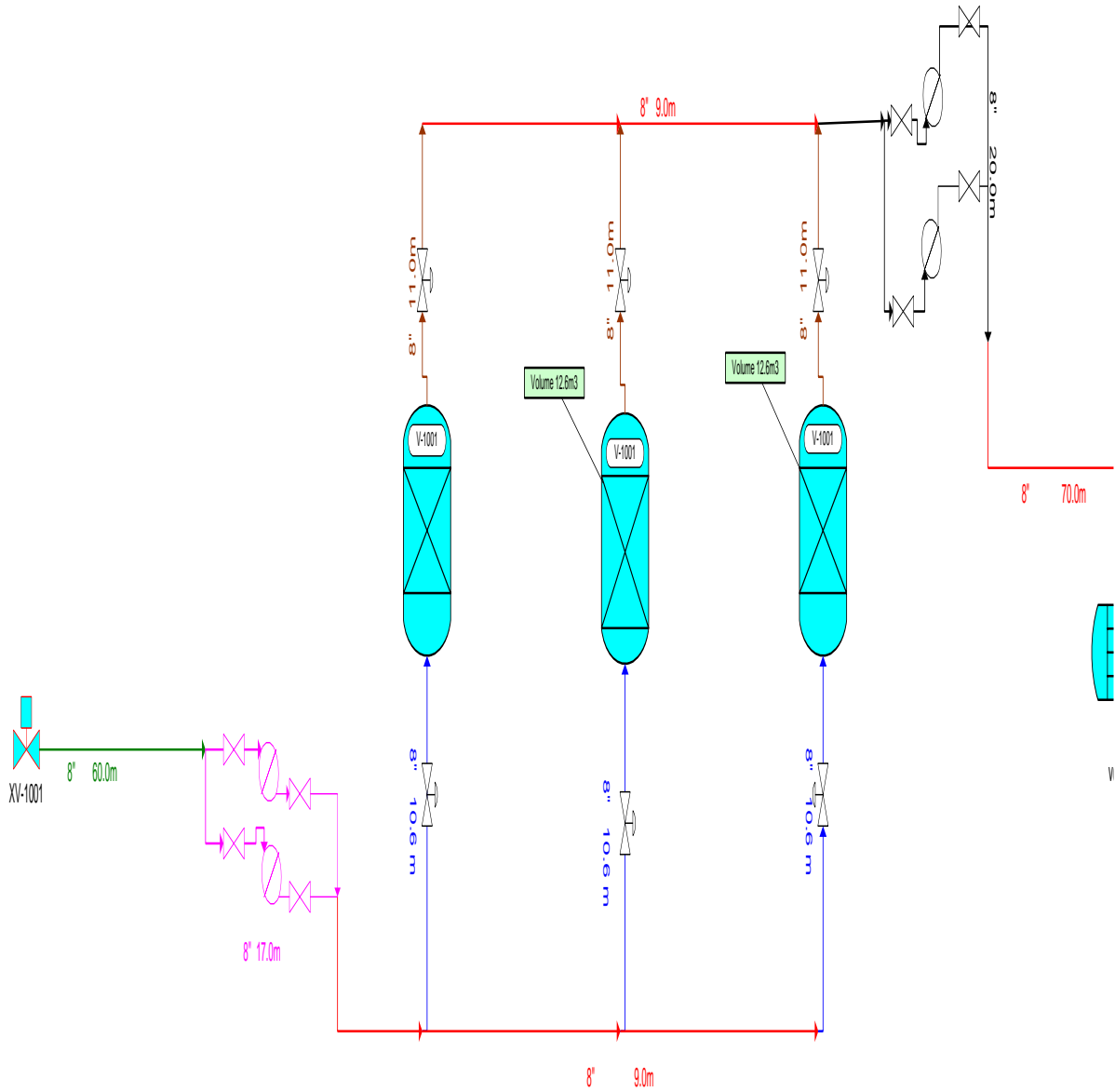


Figure 1 : Schéma représentant les lignes contenant le liquide dans la section déshydratation.

ANNEXE 2

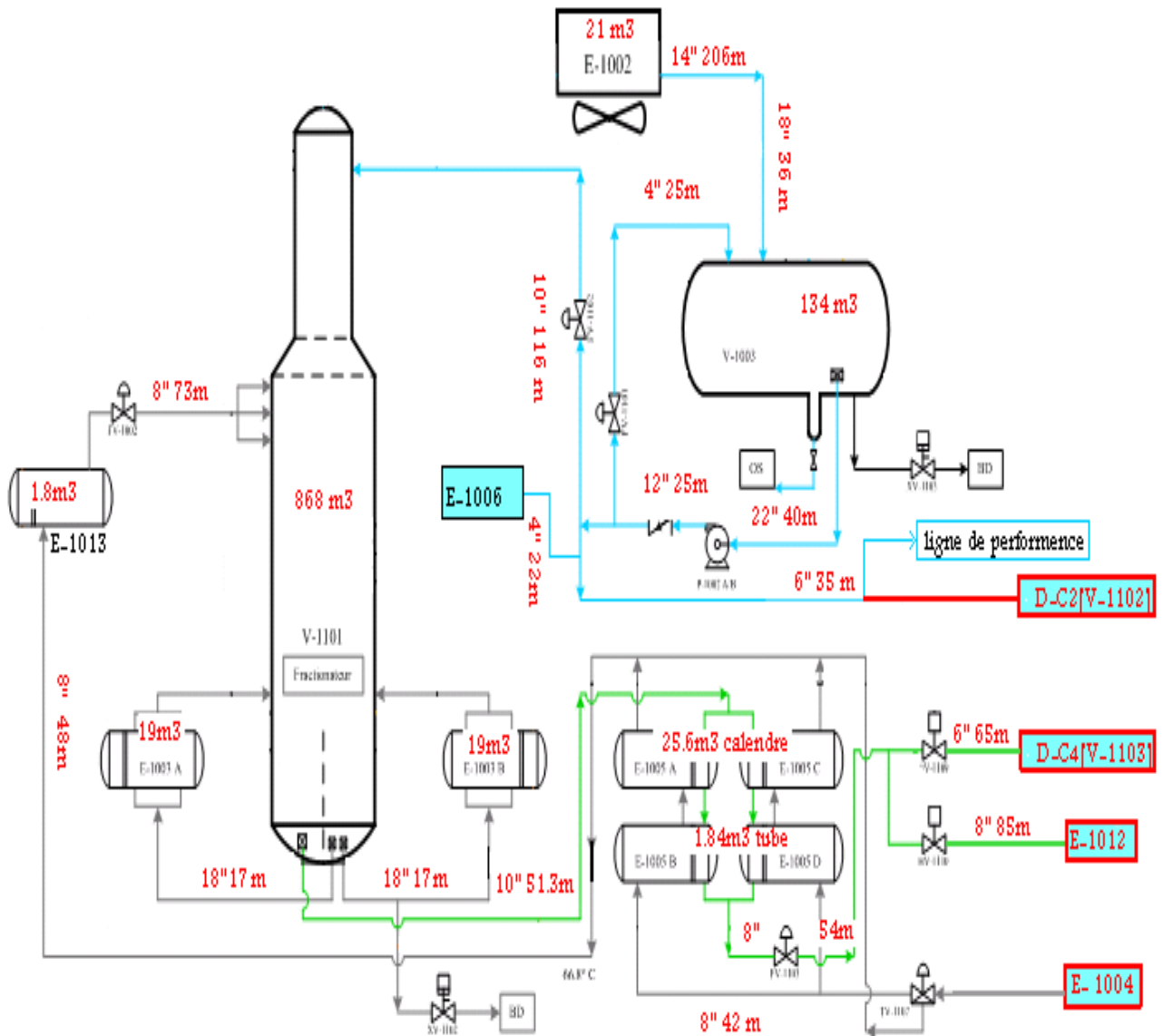


Figure 2 : Schéma représentatif des lignes contenant le liquide dans le fractionneur.

ANNEXE 3

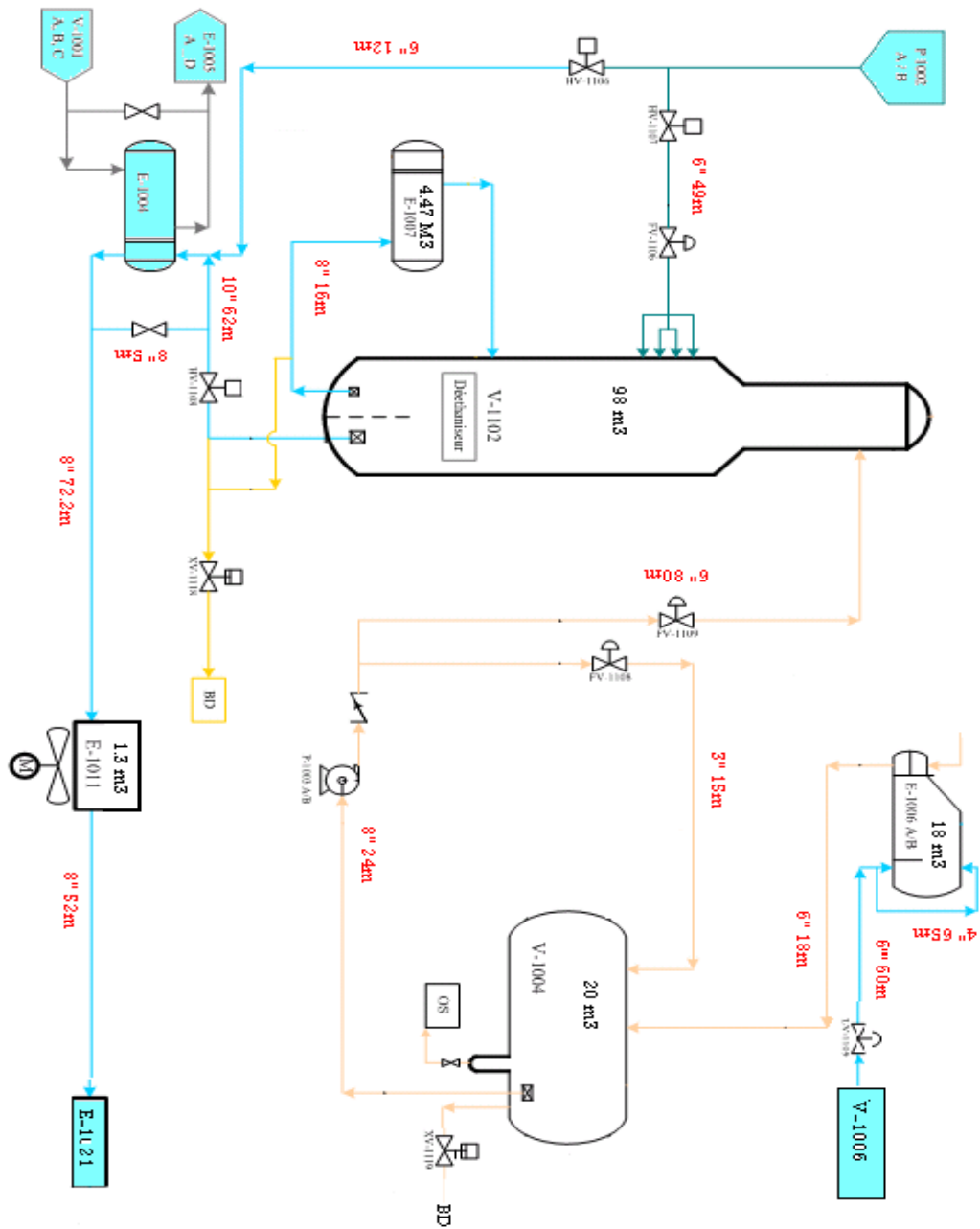


Figure 3 : Schéma représentatif des lignes contenant le liquide au niveau du dééthaniseur.

ANNEXE 4

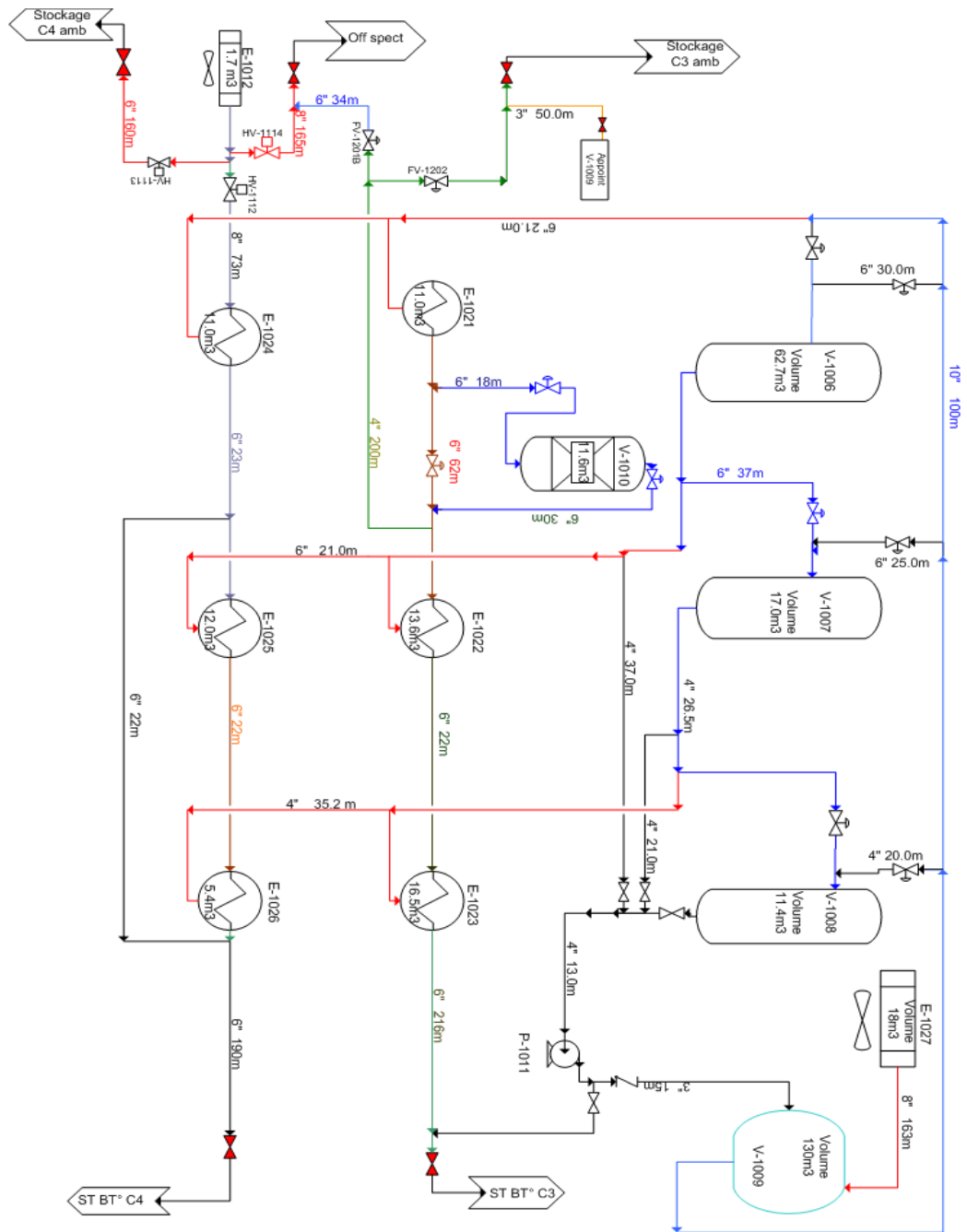


Figure 4 : Schéma représentatif des lignes contenant le liquide dans la section de réfrigération

ANNEXE 5

Les volumes des ballons et les échangeurs

Nombres	Equipements	Matricules	Volumes (m ³)
03	Sécheurs (S/DH ₂ O)	V-1001A/B/C	12,60
1	Sécheur de garde	V-1010	11,60
01	Fractionnateur	V-1101	868,00
01	Ballon de reflux	V-1003	133,70
01	Déethaniseur	V-1102	98,00
01	Ballon de reflux	V-1004	19,80
01	Débutaniseur	V-1103	237,00
01	Ballon de reflux	V-1005	80,00
01	Ballon HP	V-1006	62,70
01	Ballon MP	V-1007	17,00
01	Ballon BP	V-1008	11,40
01	Ballon accumulateur	V-1009	130,20
01	Ballon tampon	V-1531	00,78

Nombres	Echangeurs de chaleur	Equipements	Volume m ³
1	Préchauffeur	E-1004	01,47
4	Préchauffeurs	E-1005A/B/C/D	06,40
1	Préchauffeur	E-1013	01,81
2	Condenseurs	E-1006	18,04
28	Aéro	E-1002	00,75
2	Aéro	E-1011	00,65
2	Aéro	E-1012	00,85
1	Schiller	E-1021	11,00
1	Schiller	E-1022	13,60
1	Schiller	E-1023	16,30
1	Schiller	E-1024	11,00
1	Schiller	E-1025	12,00
1	Schiller	E-1026	05,40
20	Aéro	E-1027	00,90
2	Rebouilleur	E-1003	19,00
1	Rebouilleur	E-1007	04,47
1	Rebouilleur	E-1009	11,70

ANNEXE 6

Les volumes des ballons et les échangeurs

Nombres	Equipements	Pourcentage(%)	Matricules	Volumes (m ³)
03	Sécheurs (S/DH ₂ O)	100	V-1001A/B/C	12,60
1	Sécheur de garde	100	V-1010	11,60
01	Fractionnateur	65	V-1101	564,20
01	Ballon de reflux	65	V-1003	86,90
01	Déethaniseur	60	V-1102	58,80
01	Ballon de reflux	60	V-1004	11,88
01	Débutaniseur	00	V-1103	/
01	Ballon de reflux	00	V-1005	/
01	Ballon HP	35	V-1006	21,90
01	Ballon MP	35	V-1007	05,95
01	Ballon BP	00	V-1008	/
01	Ballon accumulateur	50	V-1009	65,10
01	Ballon tampon	00	V-1531	/

Nombres	Echangeurs de chaleur	Pourcentage(%)	Equipements	Volume m ³
1	Préchauffeur	100	E-1004	1,47
4	Préchauffeurs	100	E-1005A/B/C/D	6,40
1	Préchauffeur	100	E-1013	01,81
2	Condenseurs	60	E-1006	10,82
28	Aéro	100	E-1002	00,75
2	Aéro	100	E-1011	00,65
2	Aéro	100	E-1012	00,85
1	Schiller	50	E-1021	11,00
1	Schiller	40	E-1022	13,60
1	Schiller	35	E-1023	05,70
1	Schiller	50	E-1024	05,50
1	Schiller	40	E-1025	04,80
1	Schiller	35	E-1026	01,89
20	Aéro	100	E-1027	00,90
2	Rebouilleur	100	E-1003	19,00
1	Rebouilleur	100	E-1007	04,47
1	Rebouilleur	00	E-1009	/

Bibliographie

- 1) By GPSA, Engineering Data Book volume I & II Twelfth Edition 2004.
- 2) Author : Dr.A.H YOUNGER ; Natural gas processing principals and Technology-part II, April 2004.
- 3) ANGLARET-KAZMEIRCZAK ; « Technologie génie chimique », Tome I ,1997.
- 4) ROY A.PARISHEER-ROBERT A. Rhea; Pipe drafting and desing second edition 1998.
- 5) IHI ; Manuel opératoire GP1/Z volume 1, 1982.
- 6) ARTHUR L.KOHL; Gas purification fifth Edition 1997.
- 7) IHI ; Catalogue mécanique « Tuyauterie » volume 19,1998

Site internet :

- 1) MUKESH SAHDEV ; chemical Engineering <http://www.cheresources.com>
- 2) <https://forums.futura-sciences.com>