



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES



N° D'ORDRE : M.../2019

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN INDUSTRIES PETROCHIMIQUES

Option : GENIE PETROCHIMIQUE

Par

HIBA Kheira

GOUMIDI Hayette

Dysfonctionnement de la Section de Réfrigération Au Niveau de l'unité 72

Soutenue le 30 /06/ 2019 devant le jury composé de :

Président :	Dr. MANED Karima	M.C.B	Université de Mostaganem
Examineur :	Dr. BELHOUARI Houria	M.A.A	Université de Mostaganem
Rapporteur :	Dr. KHEDIM Mohamed Amine	M.A.A	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2018/2019

Remerciement

En tout premier lieu, Nous remercions Allah tout puissant de nous donner le courage, la volonté et la patience d'achever ce modeste mémoire

C'est avec un plaisir particulier que nous remercions Monsieur KHEDIM Mohamed amine qui a suivi de près notre travail et pour son aide et sa disponibilité.

Que tous les membres du jury puissent trouver ici l'expression de nos gratitude et nos reconnaissances, à commencer par Mme MANED Karima et Mme BELHOUARI Houria pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Nous remercions très vivement le personnel du département de production qui nous a accueillis au sein du complexe GL3/Z, pour leurs encouragements et leurs aides.

Nous remercions très chaleureusement toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Liste des figures

Figure 1.1	Position du site GL3/Z.....	3
Figure 1.2	Parcours gaz récupération jusqu'à l'expédition (cas usine gl3/z).....	4
Figure 1.3	Organigramme du GL3/Z.....	7
Figure 1.4	Procédé Axens Liquefin.....	10
Figure 2.1	Bacs à toit fixe.....	14
Figure 2.2	Bacs à toit flottant.....	14
Figure 2.3	Stockage sphérique.....	15
Figure 2.4	Stockage sous terrain de gaz liquéfié.....	16
Figure 2.5	Eléments constitutifs d'un réservoir cryogénique.....	16
Figure 2.6	La chaîne de transport.....	18
Figure 2.7	Transport par méthaniers.....	19
Figure 2.8	Diagramme de procédé de la section de réfrigération.....	22
Figure 3.1	Variation du débit propane/butane.....	35
Figure 3.2	Procédé d'extraction de propane de la charge du GN.....	36
Figure 3.3	Procédé d'extraction de butane de la charge du GN.....	37
Figure 3.4	Influence de la température propane et butane sur la Pression du 72-MC04.....	41
Figure 3.5	Variation de la température de sortie du butane et le débit de circulation Du 01/12/2018 jusqu'à le 19/02/2019.....	43
Figure 3.6	Température de sortie du butane et le débit de circulation durant Le 11/01/2019.....	43
Figure 3.7	Température de sortie du butane et le débit de circulation durant Le 11/01/2019.....	44
Figure 4.1	Modification de la boucle de contrôle TIC0007.....	49
Figure 4.2	Organigramme de la boucle de régulation de la température sortie butane vers bac.....	50
Figure 4.3	Installation d'une vanne trois voix.....	52

Liste des tableaux

Tableau 1.1	Composition du gaz d'alimentation	11
Tableau 3.1	Période de fermeture de la vanne 72-ESDV 0001.....	29
Tableau 3.2	Influence de la fermeture de la vanne 72-ESDV0001 Sur la production GPL.....	30
Tableau 3.3	Variation des paramètres influant sur la section de réfrigération durant le mois Juin 2018.....	31
Tableau 3.4	Variation des paramètres influant sur la section de réfrigération durant le mois Décembre 2018.....	33
Tableau 3.5	Variation des paramètres influant sur la section de réfrigération durant le mois Janvier 2019.....	34
Tableau 3.6	Changement de SP 72-TIC0007 avec la variation de température et de débit.....	39
Tableau 3.7	Influence de la température propane/butane sur la pression du 72-MC04.....	42
Tableau 3.8	Variation des différents paramètres durant le 18/08/2018.....	45
Tableau 4.1	Pourcentage de débit nécessaire pour ajusté la température du butane vers Stockage.....	51

Table Des matières

Listes des figures

Liste des tableaux

Introduction générale 1

Chapitre 1

Description générale du complexe GNL3/Z

1.1 Présentation générale de l'usine	2
1.2 Emplacement de l'usine	3
1.3 But du Projet GNL3Z.....	4
1.4 Organigramme générale du complexe.....	5
1.6 Description Générale des Unités et des Installations	8
1.7 Description de la Matière Première & du Produit.....	11

Chapitre 2

Stockage et Expédition de GNL

2.1 Stockage de GNL	12
2.1.1 Caractéristiques générales du produit stocké.....	12
2.2 Différentes conceptions de réservoirs	13
2.2.1 Les bacs de stockage de terre	13
2.2.1.1 Les bacs à toit fixe	13
2.2.1.1 Les bacs à toit flottant	14
2.2.3 Les sphères	15
2.2.4 Les stockages souterrains	15
2.2.5 Stockages cryogénique	16
2.3 Transfert du GNL.....	17

2.3.1 Modes de transfert.....	18
2.3.2 Rôle principal du terminal méthanier.....	18
2.3.3 Constitution du terminal méthanier.....	18
2.4 Principes de conception et de fonctionnement de l'unité 72.....	20
2.5 Description du procédé.....	21
2.5.1 Section de réfrigération du GPL.....	23
2.5.2 Système de stockage et chargement du GPL.....	24

Chapitre 3 Analyse du Problème

3.1 Présentation du problème	28
3.2 Causes du problème	28
3.2.1 Etat 1 : Instabilité de l'unité	35
3.2.1.1 Fluctuation du débit propane et butane.....	35
3.2.1.2 Instabilité des températures propane et butane à l'entrée de la section.....	40
3.2.2 Etat 2 : Stabilité de l'unité.....	43
3.3 Résumé d'analyse.....	45

Chapitre 4 Solutions et recommandations

4.1 Stabiliser la charge	46
4.2 Ajustement de la température propane /butane.....	46
4.3 Modification de la boucle de contrôle TIC0007	47
4.4 Installation d'une vanne trois voix	51
4.5 Etude comparative des solutions suggérées	53

Conclusion Générale	54
----------------------------------	----

Bibliographié

Liste des annexes

Introduction Générale

La société nationale des hydrocarbures SONATRACH a un rôle très important dans l'économie national. GL3/Z est l'un des unités de production d'où le rôle est de liquéfier le gaz naturel provenant du gisement de Hassi-Berkine.

Le processus de liquéfaction de gaz naturel débute de la section de décarbonatation et termine à la section cryogénique, ou le gaz est liquéfié et envoyé vers le stockage.

Une partie des produits (propane et butane commerciale) produite est envoyée vers une section de stockage pour l'expédition vers le marché national et international doit être liquéfiée.

Cette liquéfaction se fait dans la section de réfrigération où les produits sont refroidis à (-41°C) pour le propane et à (-5°C) pour le butane, a ces températures et à la pression atmosphérique, les produits réfrigérés sont ainsi stockés dans des bacs appropriés pour chacun.

A cet effet, durant notre stage de mise en situation professionnelle qui a eu lieu au complexe de liquéfaction du gaz naturel d'Arzew GL3/Z département de production service stockage.

Parmi les problèmes vécus au niveau des unités de stockage, nous avons le problème de l'instabilité dans la section de réfrigération au niveau de l'unité 72.

Dans ce contexte, notre projet de fin d'études consiste à analyser les causes probables de ce problème et envisager une solution satisfaisante pour y remédier.

Notre mémoire est présenté de la manière suivante :

Nous commencerons par une présentation générale du complexe puis nous avons donné un aperçu sur le stockage et expédition où nous tenterons d'apporter plus d'informations sur la section de réfrigération de l'unité 72.

Nous positionnerons alors le problème qui existe en relatant son historique et nous essayerons

par la suite de proposer des solutions en utilisant le simulateur HYSYS pour bien définir la solution.

1.1 Présentation générale de l'usine

Le projet du gaz intégré est en train d'être développée par la SOCIETE SONATRACH en Algérie et implique les réserves de gaz sur le terrain dans le bassin de Berkine (Centre Est de l'Algérie) et comprend un système de pipeline de gaz et une nouvelle unité de l'usine du GNL à être construite dans la zone industrielle du port de Arzew El Djedid.

La base de ce projet est l'usine entièrement nouvelle de GNL (GNL-3Z Project) qui est une installation composée d'un train du GNL et toutes les infrastructures nécessaires y compris les utilités, les stockages et les chargements des navires.

La capacité de la production annuelle du train du GNL est de 4.7 million de tonnes (réseau GNL à transporter) ; dans les compositions de gaz de base d'alimentation, avec des provisions pour construire un second train du GNL avec la même capacité.

Le gaz naturel liquéfié produit dans l'usine du GNL est exporté vers les marchés internationaux, les composants les plus lourdes, comme le GPL et la gazoline, avec une valeur ajoutée plus haute, sont extraites séparément pour l'exportation.

Le gaz éthane est exporté séparément, tout en satisfaisant la consommation interne du train, par exemple la réintégration du réfrigérant et éventuelle injection d'éthane dans le gaz combustible. Le flux de gaz riche d'hélium est disponible à un raccordement pour l'extraction future de l'hélium.

Le propane / butane est disponible à un raccordement pour la connexion aux installations de stockage du GP1Z.

Le procédé de l'installation de la liquéfaction du GNL-3Z est censé traiter le flux du gaz d'entrée, le fractionner en méthane, éthane, propane, butane et gazoline et liquéfier le méthane.

1.2 Emplacement de l'usine

Le site de l'usine se trouve sur la Côte Méditerranéenne à Bethioua, à l'Est d'Arzew, dans la zone du port industriel d'Arzew El Djedid ; son étendue est de 54,6 ha.

L'usine de GPL GP1Z se trouve à la limite Est du site, tandis que l'usine de désalinisation (KHARAMA) et l'usine GL2Z existante se trouve à la limite Ouest. La Mer méditerranée et la route du port se trouvent au nord du site, alors que la route principale de la zone industrielle se trouve au sud.

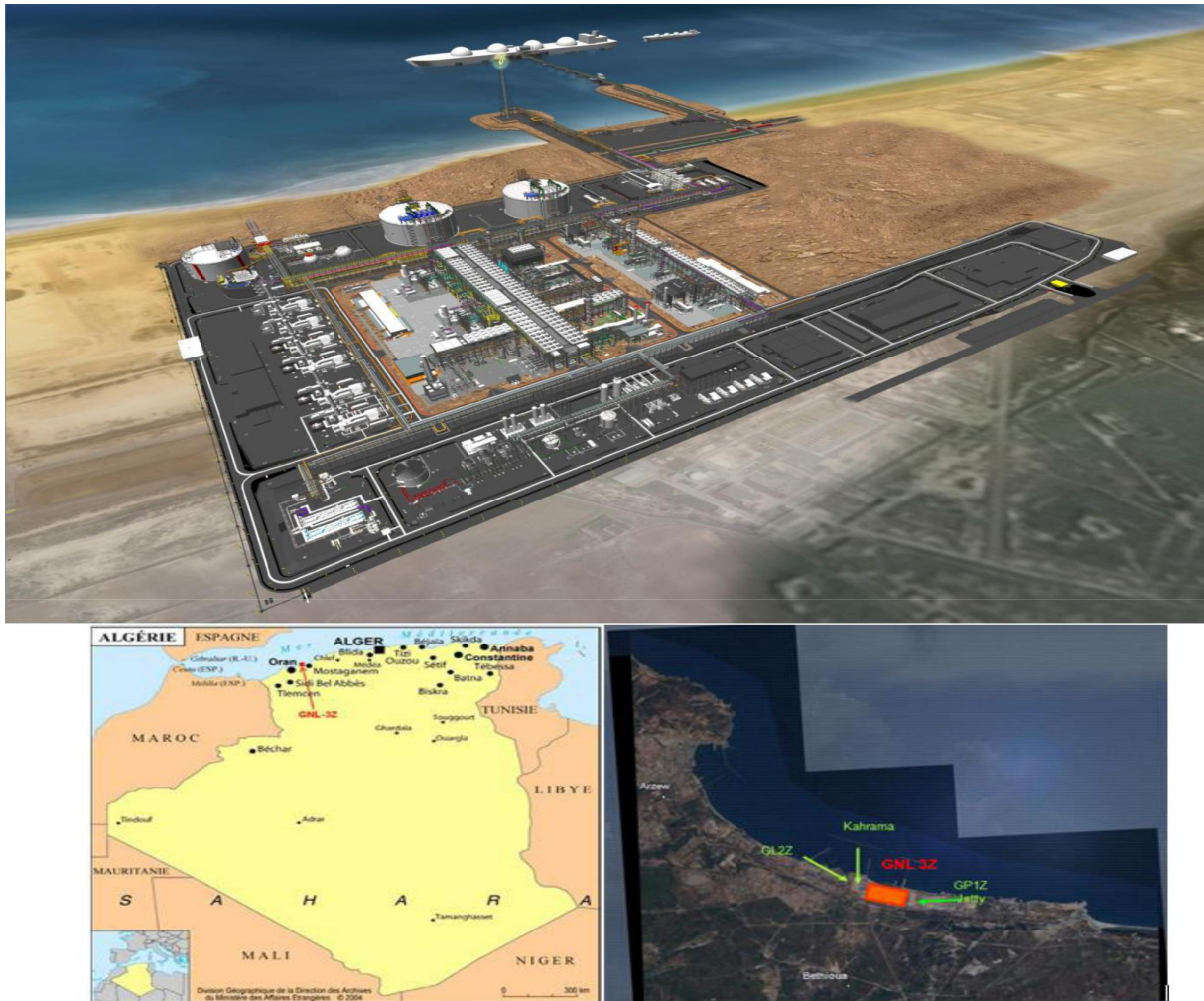


Figure 1.1: Position du site GL3/Z.

1.3 But du Projet GNL3Z

Le Projet GNL3Z fait partie d'une série de projets de gaz intégrés de plus grande envergure, créés par SONATRACH en Algérie, impliquant le développement des réserves de champs de gaz dans le Bassin de Berkine (Algérie centre orientale),

L'installation du GNL est une usine de base avec tous les supports off-sites et les utilités. A l'exception de l'eau de service et de l'azote liquide qui sont disponibles pendant le fonctionnement de l'usine de Kahrama adjacent L'usine GNL pour l'eau et COGIZ pour l'azote liquide cette installation est conçue d'un unique train de GNL. Les trois compositions du gaz d'alimentation sont considérées :

- Cas du gaz de base : qui est le cas conçu (température ambiante de 21°C).
- Cas du gaz riche : qui est utilisé principalement pour dimensionner le fractionnement et les unités de récupération du GPL dans l'usine
- Cas du gaz pauvre : qui est utilisé principalement pour dimensionner les parties associée à l'end-flash.

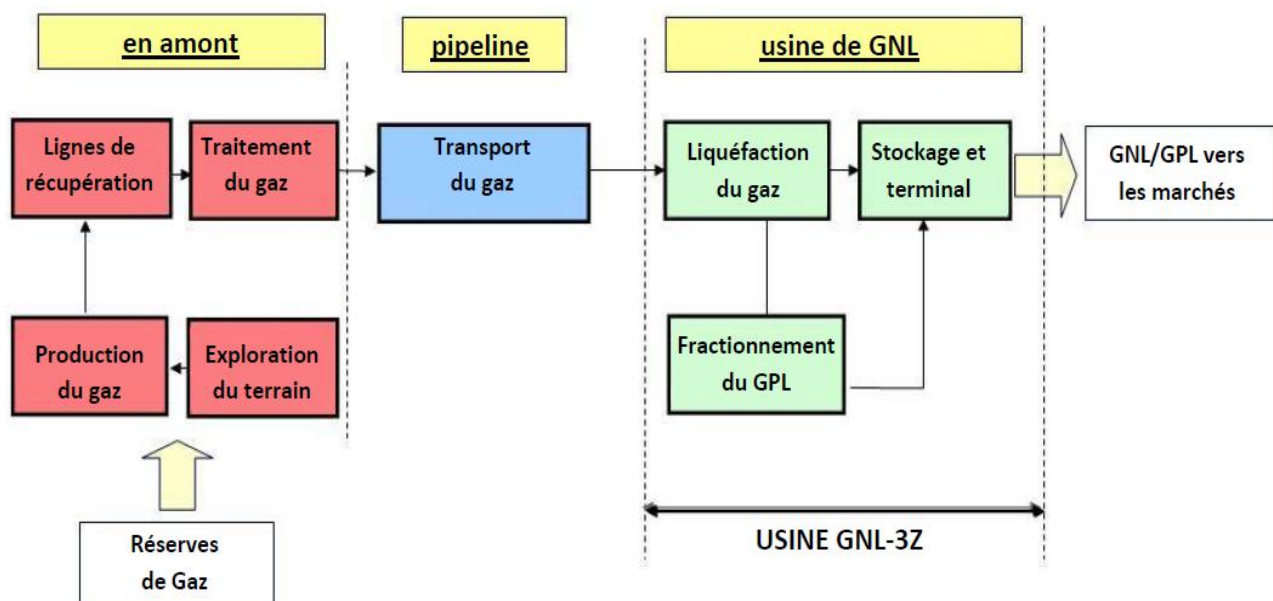


Figure 1.2 : Parcours gaz récupération jusqu'à l'expédition (cas usine g13/z).

L'usine GNL3Z produit du GNL, mais aussi de l'Éthane, du Propane, du Butane, de la gazoline et un courant d'hélium.

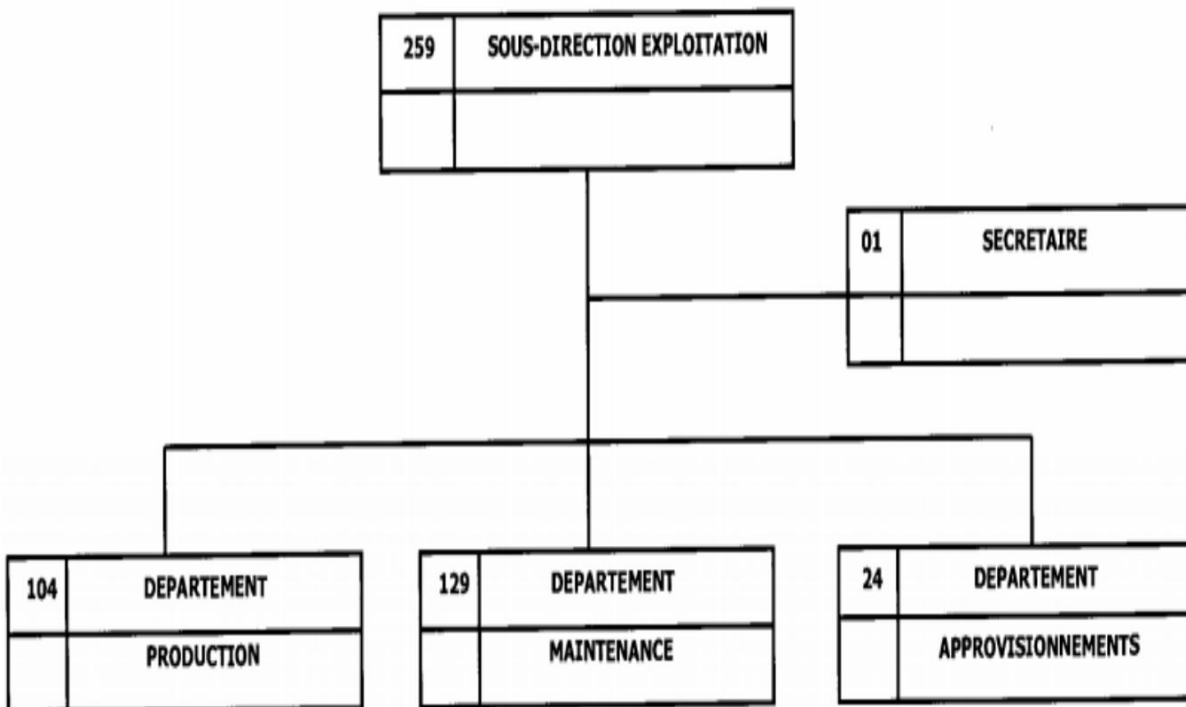
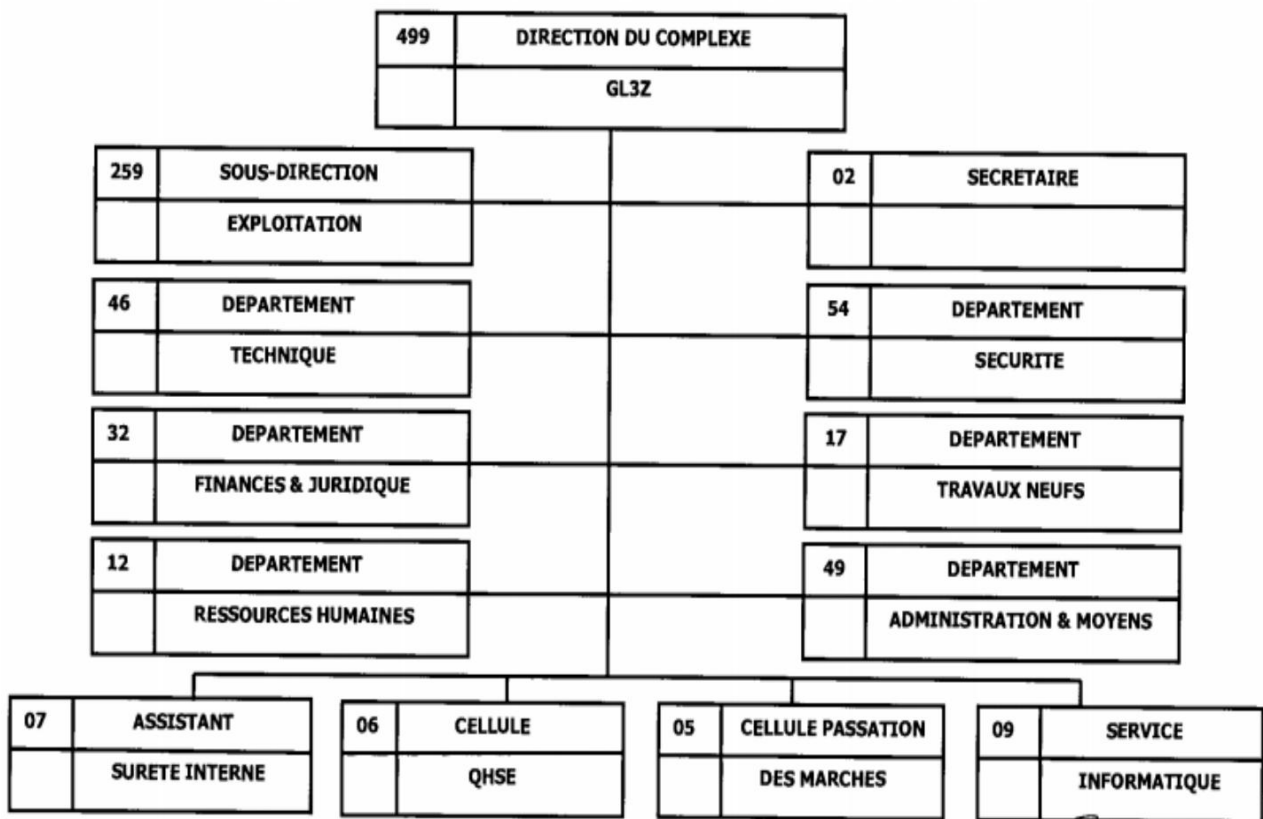
La Gaz Naturel liquéfié produit dans l'usine de GNL est exporté vers les marchés internationaux, tandis que les composants plus lourds, comme le GPL et la gazoline, dont la valeur ajoutée est plus élevée, sont extraits et exportés séparément.

Le procédé APCI avec un mixte réfrigérant et du propane pré-réfrigérant a été choisi pour la liquéfaction du GN, en utilisant le MCHE à deux bundle. Le refroidissement par l'air est le moyen principal d'enlèvement de la chaleur finale. La spécification du produit final du GNL est complétée par la fin de flash dans les colonnes d'élimination de l'azote et de l'hélium.

Le GNL est stocké dans deux réservoirs à rétention totale chacun d'une capacité de 160,000 m³ et les produits du GPL sont stockés dans des réservoirs de rétention totale séparés respectivement de 56000 m³ pour C3 et 12000 m³ pour C4. La gazoline produite est stabilisée et stockée dans une sphère avec une capacité de 1800 m³. Le GNL est exporté par une nouvelle jetée, conçue à M7 et les jetées existantes par la roue du GPL M6 et D1. La structure de la torche est située 'offshore', accessible par une route sur digue, qui doit être construite.

1.4 Organigramme générale du complexe

Le GL3Z complexe est dirigé d'après un tableau de l'organisation très déterminé afin de maîtriser les tâches, il est composé d'une direction générale, deux directions des pièces et les départements de contrôle, comme le montre l'organigramme suivant (Figure 1.3) [1].



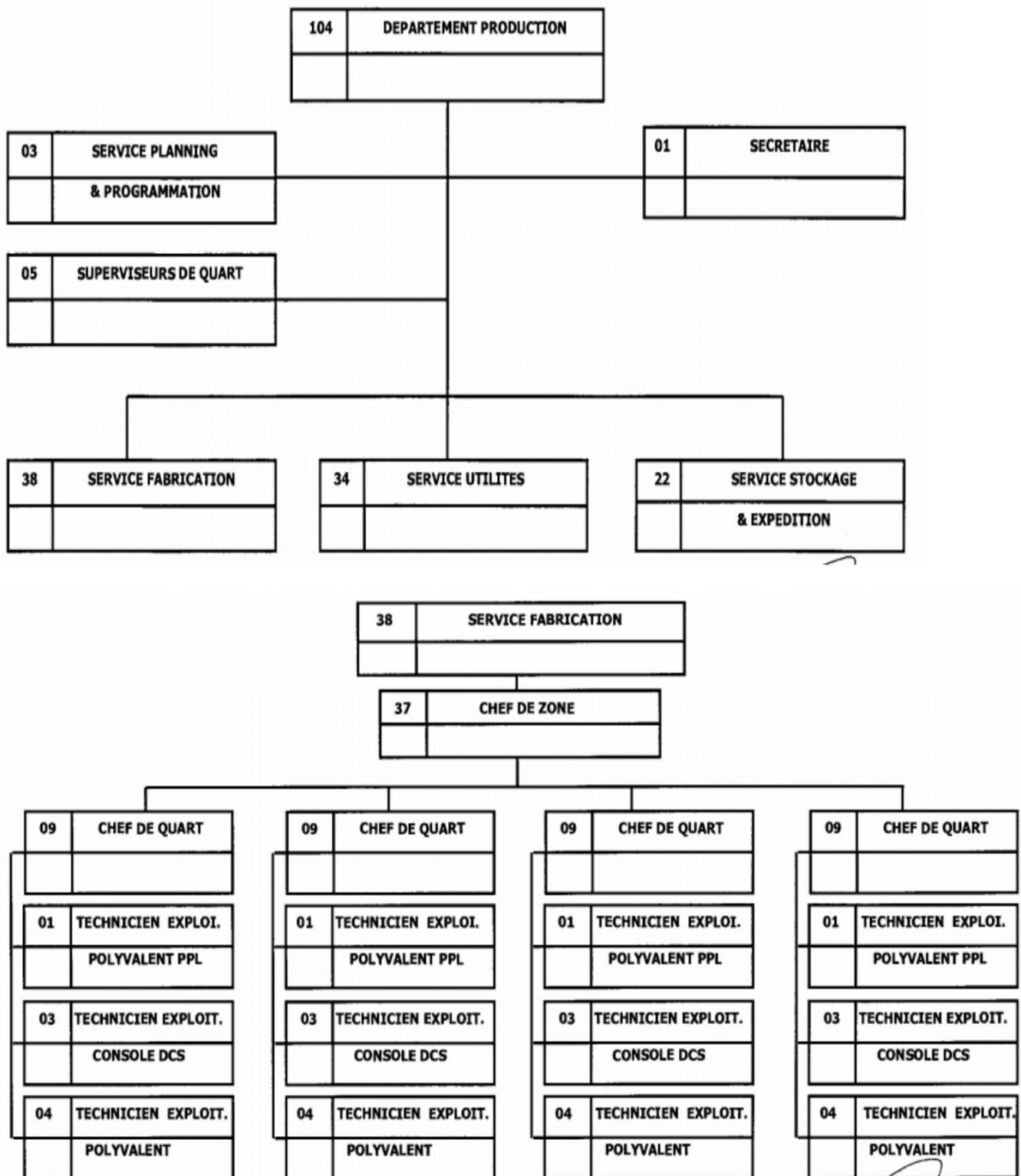


Figure 1.3 : Organigramme du GL3/Z.

1.6 Description Générale des Unités et des Installations

Les unités de procédé principal de l'usine GNL3Z sont représentées dans le schéma fonctionnel global.

L'illustration présente les débits du courant principal et les connexions clé entre les différentes unités de l'usine.

L'usine comprend un train de procédé, les utilités associées et l'installation off site. Le train de procédé comprend un compresseur de gaz d'alimentation, une section d'élimination du mercure, une unité d'élimination du CO₂ (sous licence de BASF), un système de déshydratation, une unité de récupération et de fractionnement des NGL et un cycle de réfrigération au propane dédié, une section de liquéfaction et de réfrigération (C3SPLIT MR sous licence APCI).

Les utilités et les installations off sites comprennent le système de génération d'énergie, le stockage et le chargement sur les cargos du GNL et du GPL, l'huile chaude, l'eau de refroidissement, l'air service/instrument, l'azote, le gaz combustible, les torches, le traitement des eaux usées, l'eau de service/potable, le diesel, le stockage du réfrigérant et de la gazoline

Le procédé tout entier est effectué dans les unités opérationnelles suivantes :

- Unité 11 : Conditionnement du gaz d'alimentation
- Unité 12 : Elimination du gaz acide
- Unité 13: Déshydratation du gaz
- Unité 14 : Système du gaz combustible (Train 1)
- Unité 15 : Liquéfaction
- Unité 16 : Réfrigération
- Unité 17 : Récupération et fractionnement du GNL
- Unité 18 : Système de l'huile chaude
- Unité 19 : Système d'Eau de refroidissement
- Utilité – Commune/Générale :
- Unité 01 : Installations d'entrée
- Unité 02 : Stockage du solvant de l'amine
- Unité 08 : Stockage de l'huile chaude
- Unité 51 : Génération de l'énergie électrique
- Unité 53 : Système du générateur diesel de Secours
- Unité 55 : Système gaz combustible commun
- Unité 56 : Système de l'air instrument et usine
- Unité 57 : Système de l'azote

- Unité 58 : Circuit de l'eau potable
- Unité 59 : Système de l'eau de service et déminéralisé
- Unité 64 : Traitement des eaux usées et Effluents
- Off-site – Commune/Générale :
- Unité 71 : Produit de stockage et chargement du GNL
- Unité 72 : Produit de stockage et chargement du GPL
- Unité 75 : Système de la torche
- Unité 73 : Système de stockage propane éthane interne
- Unité 76 : Système de stockage de gazoline
- Système anti- incendie off-site :
- Unité 63 : Système d'Eau Anti-incendie
- Unité77 : Lutte Anti-incendie

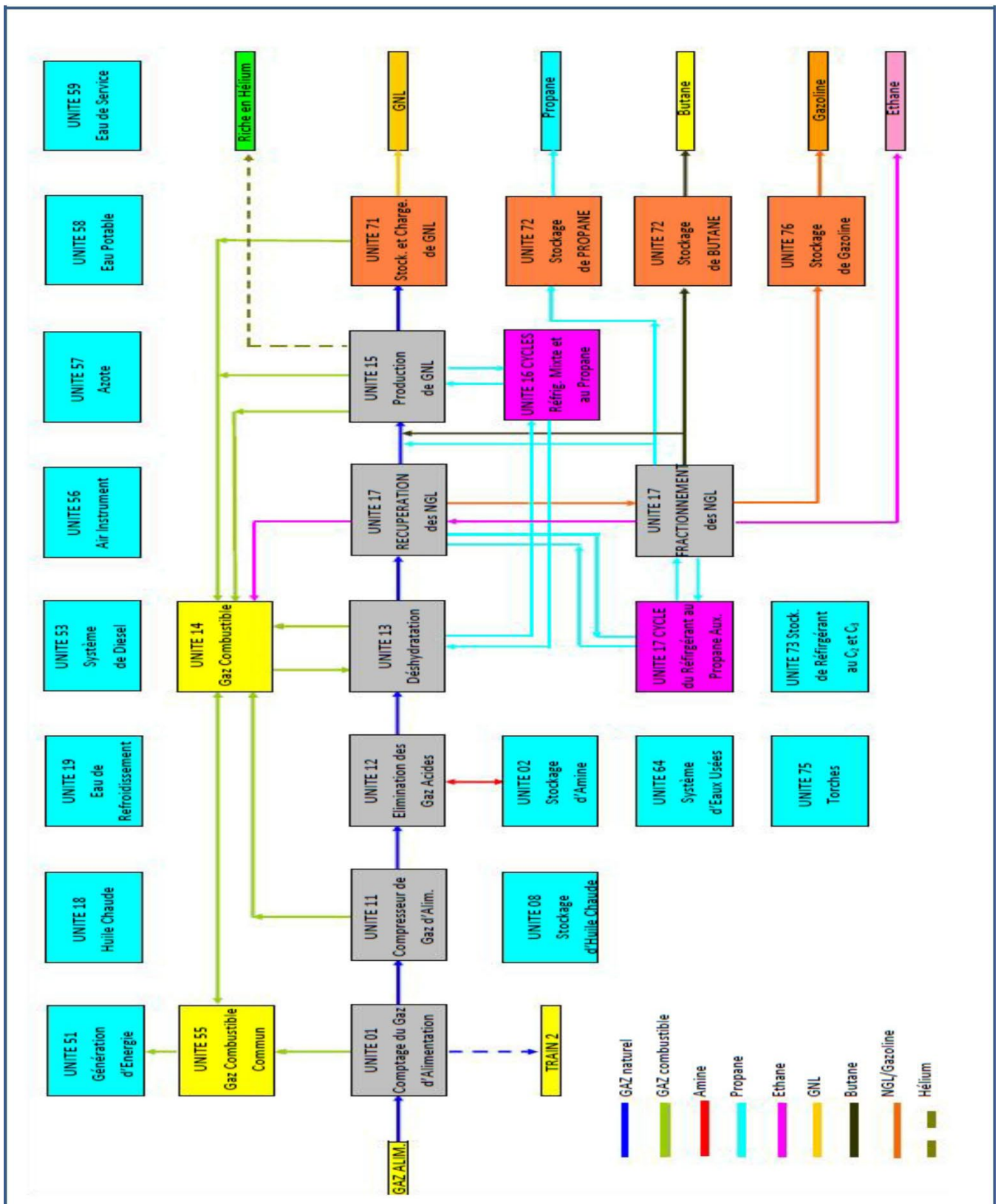


Figure 1.4 : Procédé Axens Liquefin.

1.7 Description de la Matière Première & du Produit

Le gaz d'alimentation de l'usine GNL3 provient d'un pipeline, en dehors du réseau de distribution de gaz national de SONATRACH. Les conditions du gaz d'alimentation entrant sont les suivantes :

Paramètre	Minimum	Maximum
Pression, bar	42	49,6
Température, °C	0	38

La spécification du gaz d'entrée vers l'usine GNL a les caractéristiques suivantes :

Tableau 1.1 : Composition du gaz d'alimentation [2].

CAS (% mol)	BASE	LOURD	LEGER
Hélium	0,07%	0,00%	0,10%
Azote	1,18%	0,20%	5,53%
Méthane	84,19%	83,61%	85,86%
Ethane	10,19%	12,00%	6,00%
Propane	2,00%	2,73%	0,50%
Isobutane	0,14%	0,30%	0,00%
Normal-butane	0,19%	0,51%	0,00%
Iso-Butane	0,02%	0,11%	0,00%
Normal-Pentane	0,01%	0,12%	0,00%
Normal-Hexane+	0,00%	0,11%	0,00%
Dioxyde de carbone	2,00%	0,30%	2,00%
Eau	50 ppm	50ppm	50ppm
Total	100,00%	100,00%	100,00%

2.1 Stockage de GNL

Le stockage du pétrole et du gaz consiste à immobiliser temporairement certains volumes de pétrole ou de gaz dans des capacités de stockage appelées appareils à pression ou réservoirs selon que le produit stocké est ou n'est pas sous pression.

Le stockage des hydrocarbures est non seulement nécessaire pour compenser les fluctuations d'approvisionnement dues à toutes sortes d'aléas lors de la production, du transport et du raffinage, ou les variations de la consommation, qui dépendent notamment des conditions météorologiques.

Il est aussi stratégique pour assurer un minimum d'autonomie énergétique du pays consommateur. Donc le stockage doit être assuré aux différentes étapes du cheminement du pétrole, depuis le puits de production jusqu'aux lieux de consommation.

2.1.1 Caractéristiques générales du produit stocké

La sécurité "passive" consiste à concevoir le réservoir de stockage de manière à minimiser la probabilité des incidents et leurs conséquences. Ces incidents peuvent être de nature interne ou externe.

Interne : risque de fuite, de choc thermique, de surpression, d'évaporation anormale et brutale, etc.

Externe : incendie à l'extérieur du réservoir, séisme, chute d'objets volants, sabotage par arme à distance, sabotage par charge portative.

La sécurité "active" consiste à disposer de moyens de lutte contre les conséquences incidents : cuvettes de rétention en cas de fuite, dispositifs de lutte contre l'incendie, etc.

Le problème mécanique du stockage

En termes "d'analyse de la vapeur", les diverses fonctions d'ordre mécanique que doit assurer un réservoir sont les suivantes :

- Contenir le produit (problème d'étanchéité)
- Supporter son poids (problème de fondations)
- Encaisser les efforts hydrostatiques du liquide : c'est là que le problème mécanique rejoint le problème thermique car les matériaux utilisés et les taux de travail retenus doivent être compatibles avec la température de fonctionnement.
- Supporter la pression du gaz surmontant le liquide ; cette pression exerce sur le toit une force qui tend à soulever l'enveloppe externe du réservoir (problème d'ancrage).

- Résister aux éléments extérieurs, par exemple la poussée du vent et le poids de la neige pour les réservoirs aériens ou bien la poussée d'Archimède pour les réservoirs enterrés (problème d'ancrage).
- Résister aux événements exceptionnels déjà mentionnés (séismes, chutes d'objets volants, projectiles...).

Le problème thermique du stockage

Les entrées de chaleur dans un réservoir de GNL se font par l'un ou plusieurs des 3 modes de transmission de la chaleur : rayonnement, convection, et conduction. En pratique :

- Le rayonnement ne joue qu'un rôle négligeable dans les réservoirs moyens et grands.
' Ne devient notable que pour des réservoirs spéciaux de très petite taille
- la convection ne joue qu'un faible rôle si l'on prend la précaution d'éviter les mouvements gazeux d'ensemble au sein de l'espace calorifugé (suppression des cheminement préférentiels, emploi de joints contrariés si le calorifuge est formé de blocs solides, etc.)
- la conduction est le mode essentiel de transmission de la chaleur, d'où l'importance du choix du calorifuge.

2.2 Différentes conceptions de réservoirs

2.2.1 Les bacs de stockage de terre

Les réservoirs, généralement de forme cylindrique, sont de deux types : les réservoirs à toit fixe et les réservoirs à toit flottant. Sur ces derniers, le toit flotte, monte et baisse au gré de la montée ou de la descente du produit contenu dans le bac.

2.2.1.1 Les bacs à toit fixe

Les bacs à toits fixes sont prévus pour le stockage d'hydrocarbures peu volatiles du type brut dégazé, fuel ou bitumes qui génèrent de faibles émissions à l'atmosphère (pression interne en marche normale est quasi nulle).

De conception, ils ont une construction simple, un toit légèrement conique ou hémisphérique autoportant ou sur poteaux avec ou sans charpente, ils sont le plus économiques à installer.

Le fond du bac est construit en plaque de tôles se recouvrant et soudées entre elles. Il est conçu pour permettre une vidange aussi complète que possible.



Figure 2.1 : Bacs à toit fixe

2.2.1.2 Les bacs à toit flottant

Les bacs à toit flottant sont destinés au stockage des hydrocarbures les plus volatiles. Le produit stocké doit être préalablement dégazé.

Dans le bac sans toit fixe est placée une structure qui flotte à la surface du liquide pour éviter la formation d'un ciel gazeux. De ce fait, l'espace vapeur en surface est éliminé, ce qui a pour but de réduire les pertes par évaporation, diminuer les risques incendie et diminuer la pollution atmosphérique.

Enfin, le volume très important de ces bacs pourra aller jusqu'à 1 million de barils.



Figure 2.2 : Bacs à toit flottant.

2.2.3 Les sphères

La forme sphérique permet de mieux utiliser la résistance du matériau constituant l'enveloppe et d'obtenir un moindre coût d'investissement pour un même volume de stockage. La gamme des capacités réalisables s'étend de 200 m³ (H7 m de diamètre) jusqu'à 7000 m³. Le quotient de la surface extérieure par le volume, est inférieur de 88 % à celui d'un cylindre de même volume ce qui réduit les échanges de chaleur avec l'air ambiant [3].



Figures 2.3 : Stockage sphérique.

2.2.4 Les stockages souterrains

Les gaz liquéfiés sont stockés dans des cavités creusées dans la roche (calcaire, craie, ...) à partir d'un puits central ou à partir d'une rampe d'accès.

Généralement ces cavités sont constituées par un réseau de galeries.

La profondeur de stockage est telle que la pression hydrostatique, créée par l'eau de la nappe phréatique et assurant l'étanchéité, est toujours supérieure à la tension de vapeur du gaz liquéfié.

Les mouvements de produits sont assurés par des pompes et canalisations descendues dans les cavités par les puits d'exploitation. Des pompes d'exhaure effectuent l'extraction des eaux d'infiltration.

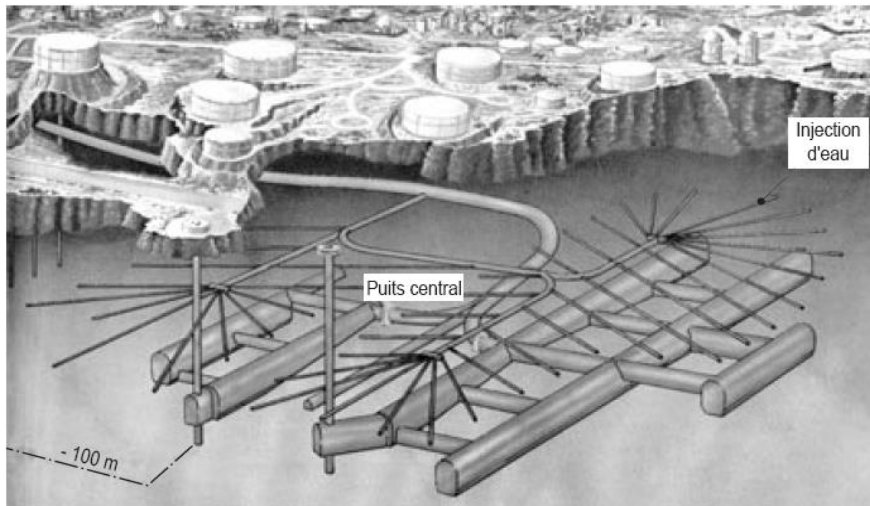


Figure 2.4 : Stockage sous terrain de gaz liquéfié.

2.2.5 Stockages cryogénique

Le stockage aérien

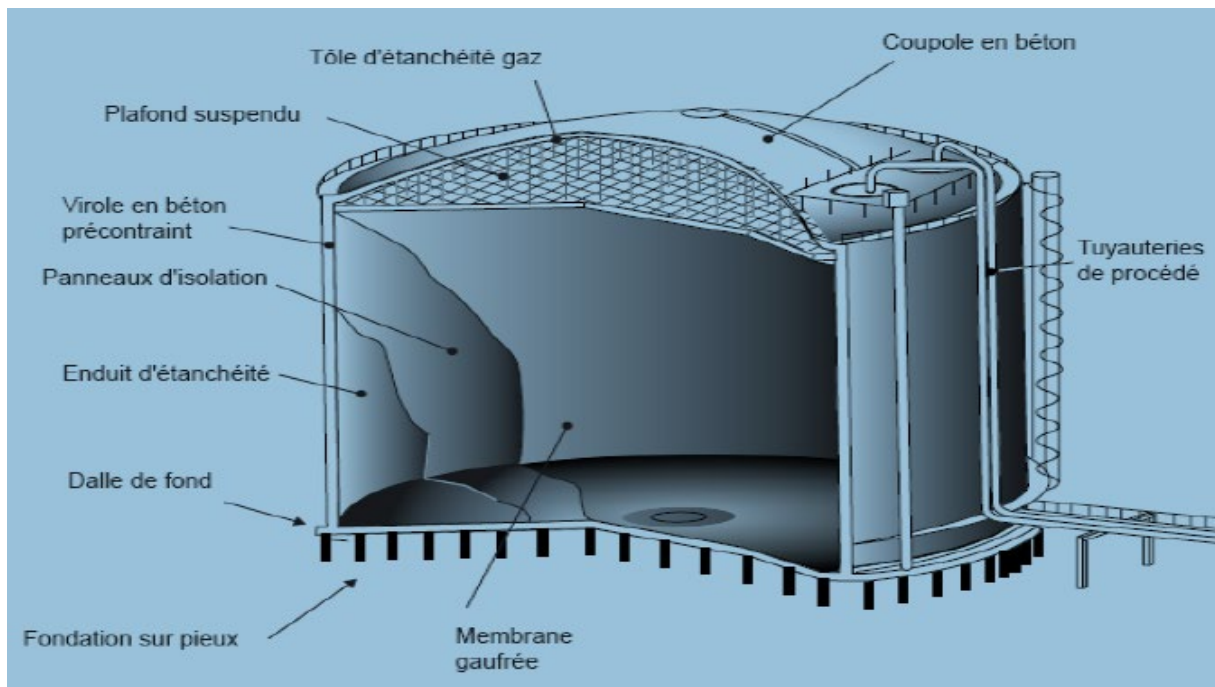


Figure2.5 : Eléments constitutifs d'un réservoir cryogénique.

Un bac de stockage cryogénique est composé de 2 enveloppes :

Une enveloppe intérieure souple en matériau résistant aux basses températures, qui peut être en :

- aluminium
- acier à 9 % de nickel
- acier inoxydable (ex : 18 % Cr /10 % Ni) pour les très basses températures

Une enveloppe extérieure, en acier de qualité courante ou quelquefois en béton armé précontraint, qui assure la tenue à la résistance mécanique

Le toit intérieur est généralement plat et suspendu au toit bombé de la cuve externe.

Entre les deux enveloppes un matériau isolant diminue l'échange thermique entre le liquide stocké et l'atmosphère qui a tendance à être très important en raison de la grande différentielle de température. Les efforts mécaniques sont reportés, par l'intermédiaire de l'isolant, sur l'enveloppe externe. [4]

2.3 Transfert du GNL

Le transfert du GNL opération fondamentale :

Quel que soit le type d'installation intéressé (usine de liquéfaction, navires, terminaux méthaniers, stations d'écristements, etc.) le GNL doit toujours, dès sa production dans l'usine de liquéfaction, être :

- stocké dans l'attente des enlèvements.
- chargé sur les navires méthaniers.
- déchargé par les navires dans les stockages des terminaux.
- repris dans les stockages terrestres.

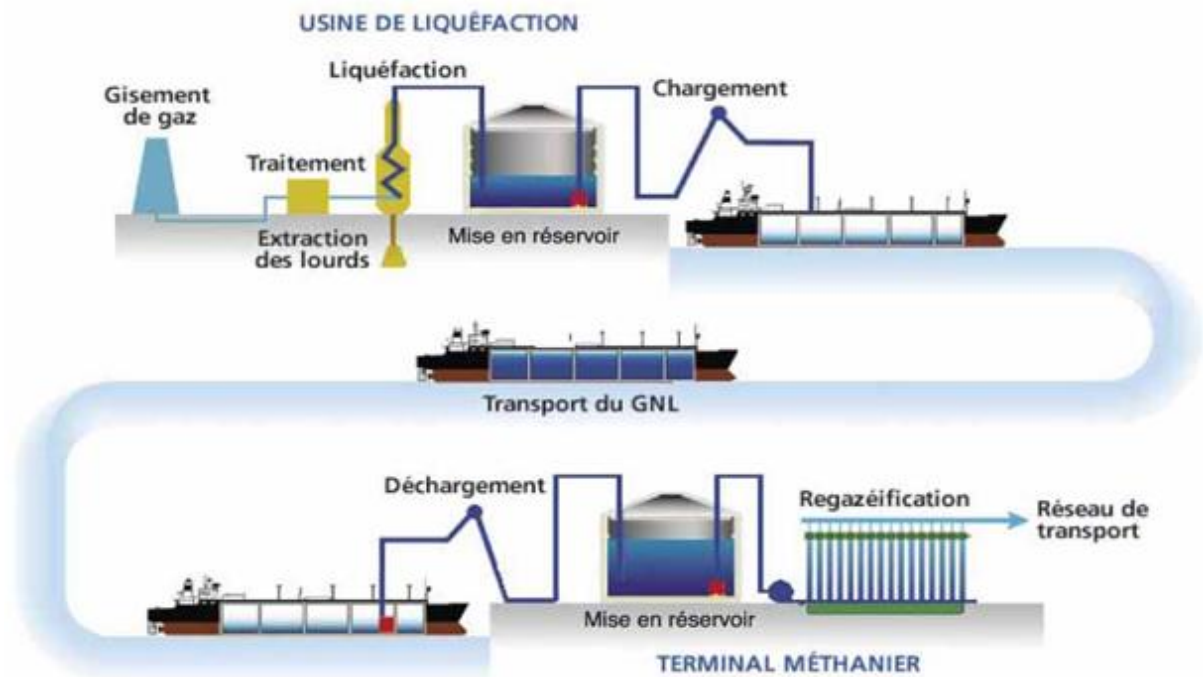


Figure 2.6 : La chaîne de transport.

2.3.1 Modes de transfert

Trois types ou modes de transfert :

- Par gravité simple
- Par pression motrice
- Par pompage

2.3.2 Rôle principal du terminal méthanier

Il est conçu pour :

- recevoir la charge liquide des navires ;
- en assurer le stockage à court terme (temps de rotation des navires) ;
- mettre à disposition le produit en continu à l'état gazeux, à une température voisine de l'ambiante, sous une pression qui, selon le cas, sera :
 - modérée (10 à 30 bar, pression supercritique) pour une utilisation locale.
 - élevée (70 à 100 bar, pression supercritique), pour l'alimentation d'une canalisation de transport à distance.

2.3.3 Constitution du terminal méthanier

Le terminal méthanier est construit par

- d'un appontement et d'une ligne de déchargement avec ses bras articulés.
- de réservoirs cryogéniques permettant de recevoir la charge des navires .

Leur capacité a évolué comme celle des navires de 40 000 à 130 000 m³ :

- d'une unité de regazéification .
- l'émission (réseau de transport ou de distribution).

Des échangeurs pour amener le GNL sous pression à une température voisine de l'ambiante (la chaleur est généralement prise dans l'eau de mer qui ruisselle sur les ailettes longitudinales de tubes en aluminium extrudé disposés verticalement), un circuit d'eau de mer, d'éventuels dispositifs d'ajustement du pouvoir calorifique du gaz (injection d'azote, voire d'air ; extraction d'éthane ou de produits plus lourds) [5].



Figure 2.7 : Transport par méthaniers.

2.4 Principes de conception et de fonctionnement de l'unité 72

Afin de réduire l'espace de stockage des produits GPL, il est plus avantageux de les stocker sous forme de gaz liquéfiés. Pour les très grandes quantités, il est plus rentable de les stocker à la pression atmosphérique, de façon à réduire le nombre de réservoirs et leur coût d'investissement.

Dans le complexe GL3/Z ces réservoirs sont de type à intégrité totale à double paroi : le réservoir interne est un conteneur cylindrique vertical de métal, ouvert sur le haut, placé à l'intérieur d'un conteneur externe, un réservoir de béton avec un toit de béton. Afin de réduire l'évaporation, un toit isolé est suspendu à partir du toit du réservoir externe au-dessus du réservoir interne.

Les installations de stockage de produits complètement réfrigérés doivent être maintenues dans leurs conditions de réfrigération, étant donné la présence d'un débit de chaleur continu dans ces systèmes qui génère des gaz évaporés (Boil-Off Gas, BOG) lorsque le liquide évapore.

Les BOG générés dans l'installation de stockage de produits réfrigérés sont récupérés, condensés au moyen du système de réfrigération de GPL et renvoyés vers le réservoir sous forme liquide. Il existe des sources de gaz évaporés continues et intermittentes.

Les principales sources de BOG sont :

Source Continues

- Entrée de chaleur dans le réservoir et la tuyauterie.
- Entrée de chaleur à partir des pompes de recirculation et de la tuyauterie.
- Déplacements de vapeur lors du remplissage du réservoir.

Source Intermittentes

- Entrée de chaleur à partir des pompes de chargement interne.
- Récupération de vapeur à partir des navires lors du chargement.
- Variations soudaines de la pression atmosphérique.
- Augmentation de la température de transfert du produit.

Le produit GPL est acheminé dans les réservoirs de stockage via la section de réfrigération (à partir de la pompe de transfert de propane 72-MJ06-A/B pour le Propane et à partir de l'échangeur BP propane/butane 72-MC04 pour le Butane). Les pompes de chargement immergées (72-MJ01-A/B pour le butane et 72-MJ02-A/B pour le propane) sont utilisées pour charger les navires ; les pompes de recirculation immergées (72-MJ04-A/B pour le butane et 72-MJ03-A/B pour le propane) sont utilisées pour maintenir les lignes de

chargement froides entre chaque transfert. Lors des opérations de chargement, seule la quantité de gaz nécessaire à la mise sous pression du réservoir sera prélevée du cargo. La quantité restante de gaz sera traitée par l'installation existante de GP1Z [5].

2.5 Description du procédé

La description du procédé de l'unité 72 se divise en deux sections principales :

- a) la section de réfrigération du GPL.
- b) le système de stockage et de chargement du GPL.

La figure qui suit nous donne un aspect général sur la section réfrigération.

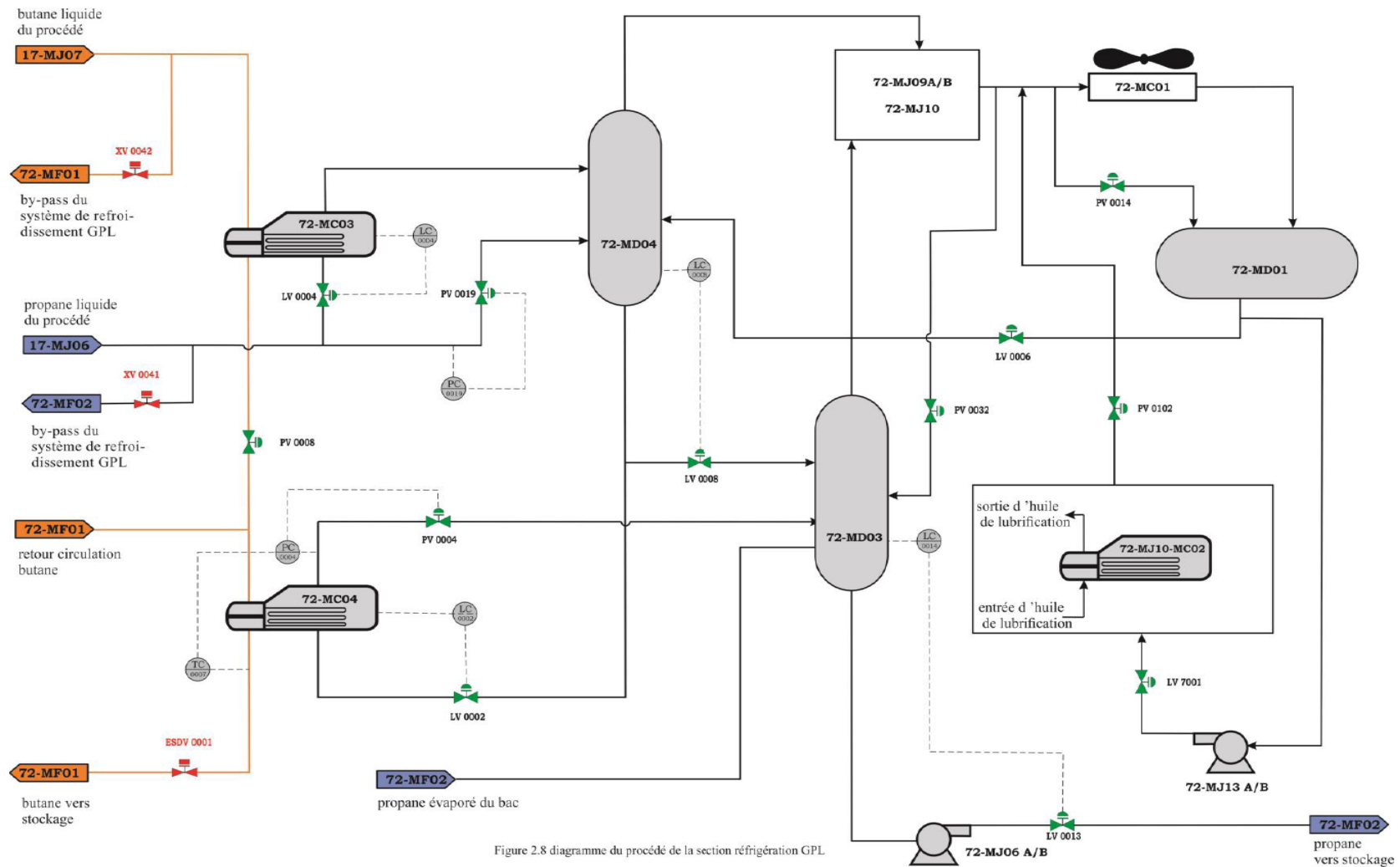


Figure 2.8 : Diagramme de procédé de la section de réfrigération.

2.5.1 Section de réfrigération du GPL

Les produits butane et propane provenant des collecteurs de transfert sont refroidis dans le système de réfrigération de GPL. Dans ce système de réfrigération de GPL, une partie du propane liquide et tout le butane provenant du train de procédé sont envoyés vers l'échangeur HP propane/butane (72-MC03). Le propane est envoyé vers l'échangeur 72-MC03 côté calandre, où il est utilisé comme réfrigérant pour le refroidissement du butane ; quant au transfert de butane, il alimente l'échangeur 72-MC03 côté tube. Le reste du propane liquide provenant du train de procédé alimente le ballon d'aspiration du Compresseur de Gaz évaporé de propane HP (72-MD04, et produit ainsi des vapeurs de propane détendu.

Les vapeurs de propane générées par le refroidissement du butane (provenant de l'échangeur 72-MC03) sont également envoyées vers le ballon d'aspiration du compresseur de Gaz (72-MD04), mélangées avec les vapeurs de propane générées par la détente, puis acheminées vers l'ensemble du compresseur de gaz évaporés (BOG) du réservoir de stockage de propane 2ème étage (72-MJ10).

Le propane liquide séparé dans le ballon d'aspiration du compresseur de gaz évaporés de propane HP (72-MD04) est envoyé vers le ballon d'aspiration du compresseur de gaz évaporé de propane BP (72-MD03), où il est détendu et produit des vapeurs de propane détendu. Une partie du propane liquide provenant du ballon d'aspiration du compresseur de gaz évaporés de propane HP (72-MD04) est envoyé vers l'échangeur BP propane/butane (72-MC04) côté calandre où il est utilisé comme réfrigérant pour le sous-refroidissement du butane. Le butane refroidi provenant de l'échangeur HP propane/butane (72-MC03) est envoyé vers l'échangeur BP propane/butane (72-MC04) côté tube. Le produit butane chaud d'une part, et le liquide de circulation froid des lignes de chargement/circulation de butane d'autre part sont refroidis dans l'échangeur BP propane/butane (72-MC04). Le butane liquide sous-refroidi provenant de l'échangeur BP propane/butane (72-MC04) est transféré vers le réservoir de stockage de butane (72-MF01).

Les vapeurs de propane générées par le sous-refroidissement du butane provenant de l'échangeur 72-MC04 sont également envoyées vers le ballon d'aspiration du compresseur de gaz évaporé de propane BP (72-MD03), mélangées avec les vapeurs de propane générée par la détente, puis acheminées vers les ensembles du compresseur de gaz évaporés (BOG) du réservoir de stockage de propane 1er étage (72-MJ09-A/B). Les BOG de propane générés lors du mode « attente » provenant du réservoir de stockage de propane (72-MF02) sont également

envoyés vers le ballon d'aspiration du compresseur (72-MD03). Le propane liquide séparé dans le ballon d'aspiration du compresseur de gaz évaporés de propane BP (72-MD03) est transféré au réservoir de stockage de propane (72-MF02) au moyen des pompes de transfert de propane (72-MJ06-A/B, l'une en fonction et l'autre en attente).

Les vapeurs de propane comprimé sont condensées au moyen du condenseur des vapeurs du réservoir de stockage de propane (72-MC01) de l'échangeur refroidi à l'air. Le propane condensé est transféré sous l'effet de la gravité vers l'accumulateur de propane liquide (72-MD01). Le propane liquide collecté à partir de l'accumulateur de propane liquide (72-MD01) est envoyé vers le ballon d'aspiration du compresseur (72-MD04), où il est détendu puis fait circuler à nouveau à travers le procédé de refroidissement de GPL. Une partie du propane liquide collecté depuis l'accumulateur de propane liquide (72-MD01) est envoyée vers le refroidisseur d'huile (72-MJ10-MC02) côté calandre pour le refroidissement de l'huile de lubrification à l'aide des pompes de circulation du compresseur de gaz évaporés (BOG) de l'accumulateur de propane (72-MJ13-A/B). Le propane vaporisé provenant du refroidisseur d'huile (72-MJ10-MC02) côté calandre est envoyé vers le refoulement de l'ensemble du compresseur de gaz évaporés (BOG) du réservoir de stockage de propane 2ème étage (72-MJ10)

2.5.2 Système de Stockage et Chargement du GPL

Les produits butane et propane liquides provenant du système de réfrigération de GPL sont détendus légèrement au-dessus de la pression atmosphérique respectivement dans le réservoir de stockage de butane (72-MF01) et dans le réservoir de stockage de propane (72-MF02) lors des modes opératoires « chargement » et « attente ». Le C4 et le C3 sont stockés jusqu'à ce qu'un navire soit prêt à recevoir les produits pour le transport.

Les lignes de chargement et de circulation du GPL fonctionnent de deux façons différentes :

Mode « attente » : il s'agit de la période entre deux chargement du cargo, au cours de laquelle le système de chargement est maintenu froid par le GPL en circulation, afin d'éviter les écarts de température et de garder la température froide ; cela permet d'éviter d'une part les phénomènes de dilatation ou de contraction thermique, susceptibles de déformer les collecteurs, et d'autre part la présence de vapeur.

Deux circuits de recirculation, respectivement nommés "recirculation court « et "recirculation long", sont disponibles pour maintenir le système de chargement froid.

Pour le système de butane tant le circuit court que le circuit long sont normalement en service (le circuit court fonctionnant à débit réduit), alors que pour le système de propane le circuit de recirculation court n'est utilisé qu'en cas d'indisponibilité du circuit de recirculation long.

Pour le système de butane en mode recirculation court, l'une des pompes de recirculation de butane (72-MJ04-A/B) envoie un débit de butane liquide à travers les collecteurs de chargement jusqu'à la vanne 72-ESDV-0013, puis vers le collecteur de recirculation, où il est mélangé avec le courant de butane à la sortie de l'échangeur 72-MC03, puis dirigé vers l'échangeur 72-MC04 et réacheminé vers le réservoir de stockage.

Pour le système de butane en mode recirculation long, l'une des pompes de circulation du butane (72-MJ04-A/B) envoie un courant de butane liquide à travers le collecteur de chargement vers la 72- MOV-0001, puis dans le collecteur tête de recirculation à travers la ligne (conçue pour le premier remplissage du ballon de stockage d'éthane (73-MD01) venant de l'usine GL2-Z, et pour cette raison normalement hors service puisqu'elle n'est utilisée qu'après un arrêt principal de l'usine), puis dans le collecteur de recirculation en aval de 72-FV-0003 (mais en amont de 72-ESDV-0019) en suivant le parcours du circuit de recirculation court. En mode de recirculation long, le circuit de recirculation court est maintenu en fonction à un débit réduit (environ 240 m³/h au lieu de 300 m³/h), de sorte que le débit de circulation global à travers les circuits de recirculation court et long ne change pas (comparé à la configuration avec uniquement le système de recirculation court en service). Une pièce amovible est prévue pour permettre le remplissage du ballon de stockage d'éthane 72 MD01 venant de l'usine GL2-Z pour éviter tout risque de contamination croisée entre les deux systèmes.

Pour le système de propane par contre, le circuit de recirculation long est le seul à devoir être maintenu en service dans les conditions normales et le circuit de recirculation court n'est utilisé qu'en cas d'indisponibilité du circuit long.

Pour le système de propane en mode recirculation court, l'une des pompes de recirculation de propane (72-MJ03-A/B) envoie un débit de propane liquide à travers les collecteurs de chargement jusqu'à la vanne 72-ESDV-0007, puis dans le collecteur de recirculation directement vers le réservoir de stockage.

Pour le système de propane en mode recirculation long, l'une des pompes de circulation du propane (72-MJ03-A/B) envoie un courant de propane liquide à travers le collecteur de

chargement vers la 72- MOV-0002, puis dans le collecteur de recirculation à travers la ligne (conçue pour le premier remplissage de la sphère de stockage de propane 73-MD02 venant de l'usine GL2-Z, et pour cette raison normalement hors service puisqu'elle n'est utilisée qu'après un arrêt principal de l'usine), puis dans le collecteur de recirculation court dans la section de ligne se trouvant entre les vannes 72-XV-0006 et 72-ESDV-0005 en suivant le parcours du circuit de recirculation court.

Pour garantir le débit de propane maximal à travers le circuit de recirculation long, le circuit de recirculation court doit être maintenu hors service (72-XV-0006 en position fermée) alors que la vanne de régulation du débit 72-FV-0005 doit être maintenue complètement ouverte.

Avec cet arrangement les pompes de recirculation du propane 72-MJ03-A/B travailleront avec la vanne de recirculation de débit minimum (72-FV-5003) ouverte (pour garantir une condition de débit minimum stable).

Une pièce amovible est prévue sur la ligne existante pour permettre le remplissage de la sphère de stockage de propane 72-MD02 venant de l'usine GL2-Z, pour éviter tout risque de mélange entre les deux systèmes.

La configuration avec circuit de recirculation long et court permet la circulation du butane et propane liquides à travers les collecteurs de chargement également en cas d'arrêt du train de procédé. De plus, l'utilisation de pompes de recirculation permet d'éviter que les plus grosses pompes de chargement fonctionnent à débit minimum, ce qui peut causer des problèmes d'intégrité mécanique.

Mode « Chargement » : il s'agit de la période au cours de laquelle un cargo de GPL est amarré aux Jetées de GPL de l'usine GP1Z (M6 ou D1) et pendant laquelle le GPL est transféré à partir des réservoirs de stockage de GPL (72-MF01/02) vers le cargo de GPL.

En Mode « Chargement », en fonction de la jetée sélectionnée pour recevoir le GPL, une pompe(s) de transfert de GPL (72-MJ01-A/B pour le butane et 72-MJ02-A/B pour le Propane) (Pour la jetée D1) ou deux (pour la jetée M6) est/sont utilisée(s) pour le chargement du GPL.

Les deux jetées ont une capacité opératoire de 1 340 m³/h (jetée D1) et de 3 340 m³/h (jetée M6) : si la jetée utilisée pour le chargement du cargo de GPL est la D1, une seule pompe opère à un débit normal (1670 m³/h) ; si l'on utilise la jetée M6, deux pompes de transfert travaillent en parallèle au débit nominal (3340 m³/h).

A l'arrivée, chaque réservoir du navire de GPL contient généralement une quantité résiduelle de GPL permettant de maintenir les conditions de température cryogénique.

La vapeur produite dans le Navire de GPL est réacheminée vers le collecteur de BOG : les réservoirs peuvent recevoir la vapeur requise uniquement pour la mise sous pression, en agissant sur le contrôleur 72-PV-5003-B pour le propane et le contrôleur 72-PV-5603-B pour le butane. En cas de surpression du collecteur de gaz évaporés (BOG), le contrôleur concerné (72-PIC-5003-B ou 72-PIC-5603-B) ferme la vanne et les BOG en excès sont traités par l'usine existante.

Deux systèmes de comptage (72-IC01 pour le butane et 72-IC02 pour le propane) mesurent et totalisent le produit chargé [6].

3.1 Présentation du problème

Durant la période de notre stage, nous avons constaté des différents problèmes dans le process du complexe GL3/Z. parmi ces problèmes nous avons choisi la section de réfrigération propane / butane au niveau de l'unité 72. Le problème qui se pose dans cette section est la fermeture fréquente de la vanne 72-ESDV0001 qui se trouve dans la ligne d'alimentation du bac de stockage butane 72-MF01) à cause de 72-TALL-0033.

La logique de la vanne 72-ESDV0001 se ferme lorsque la température de butane devient inférieur ou égale à -8°C, à cause de la limitation de la température design du bac à -10°C.

Après la fermeture de la vanne 72-ESDV0001, le butane passe à travers la ligne de by-pass de la section de réfrigération via 72-XV0042 vers le bac de stockage, qui concède :

- 1- Des pertes en butane due au boil-off.
- 2-Des pertes en butane lors des opérations de réchauffement après avoir atteindre des températures basses dans les lignes.
- 3- Perte de butane vers la BDC.
- 4- Noircissement de la torche et pollution atmosphérique.

3.2 Causes du problème

Pour reconnaître les sources de ce problème, nous avons analysé la variation des paramètres de fonctionnement de la section réfrigération dans un intervalle de temps par le logiciel PIMS, les résultats de cette analyse sont regroupés dans des tableaux (voir annexe A).

Après l'analyse de ces résultats, nous avons retiré les dates suivantes :

Tableau 3.1 : Période de fermeture de la vanne 72-ESDV 0001.

Date	Période de la fermeture d'ESDV0001	
	Début	Fin
02/06/2018	05 :09	08 :31
03/06/2018	21 :53	00 :31
04/06/2018	23 :26	01 :17
08/06/2018	00 :08	05 :34
09/06/2018	16 :14	08 :57
10/12/2018	06 :55	08 :08
10/12/2018	13 :14	16 :14
10/12/2018	23 :53	02 :38
11/12/2018	03 :17	09 :38
20/12/2018	04 :55	08 :28
21/12/2018	07 :17	08 :11
21/12/2018	14 :00	20 :10
31/12/2018	23 :12	23 :35
11/01/2019	23 :18	00 :06

Les dates ci-dessus représentent les différents cas où la section réfrigération subit des fermetures de la vanne 72-ESDV0001 ; ces données nous montrent que la fermeture de la vanne ESDV0001 prend une durée très importante, jusqu'à 16 heures parfois.

La fermeture de cette vanne va causer une diminution dans la production des produits propane et butane.

Tableau 3.2 Influence de la fermeture de la vanne 72-ESDV0001 sur la production GPL.

Date	Production des produits GPL en (m3/h)	
	Butane	Propane
08/12/2018	80	186
09/12/2018	58	114
10/12/2018	06	43
11/12/2018	46	329
12/12/2018	109	414
14/12/2018	103	400
18/12/2018	73	393
20/12/2018	00	00
21/12/2018	40	186
22/12/2018	87	383
23/12/2018	34	158
24/12/2018	87	372
25/12/2018	98	386

Pour étudier ce phénomène d'une manière précise, nous avons choisi les dates avec des intervalles de temps plus étroits, qui sont représentées dans les tableaux suivants. Nous allons donc déterminer les paramètres qui influent sur la température de butane, et tirer la source de cette instabilité.

Tableau 3.3 : Variation des paramètres influant sur la section de réfrigération durant le mois juin 2018.

Date	72TIC 0007 PV	72TIC 0007 SP	17 FIC 0027 PV	17FIC 0038 PV	72PIC 0004 PV	72FIC 0004 SP	72TIC 0008 PV	72TIC 0005 PV	72PIC 0018 PV
02/06/2018 04:00	-2,25	-2,5	55,88	4,2	2,74	2,73	25,02	23,22	3,26
02/06/2018 04:07	-2,26	-2,5	45,96	2,84	2,67	2,68	25,56	23,22	3,09
02/06/2018 04:08	-2,24	-2,5	44,77	6,7	2,67	2,66	25,61	23,28	3,11
02/06/2018 04:10	-2,36	-2,5	39,62	14,17	2,69	2,69	25,66	23,37	3,13
02/06/2018 04:14	-3,7	-2,5	37,38	17,41	2,91	2,89	25,72	23,43	2,97
02/06/2018 04:15	-3,73	-2,5	38,96	16,05	2,92	2,86	25,72	23,34	3,01
02/06/2018 04:17	-3,24	-2,5	42,07	12,13	2,94	2,86	25,71	22,98	3,15
02/06/2018 04:18	-3,02	-2,5	40,38	9,9	2,89	2,84	25,7	22,99	3,12
02/06/2018 04:29	-2,09	-2,5	33,69	6,93	2,75	2,75	25,56	23,25	2,9
02/06/2018 04:35	-1,53	-2,5	29,28	2,85	2,58	2,59	25,37	22,38	2,88
02/06/2018 04:36	-1,53	-2,5	28,18	2,72	2,56	2,56	25,34	22,18	2,91
02/06/2018 04:37	-1,52	-2,5	27,04	2,45	2,54	2,52	25,29	22,27	2,96
02/06/2018 04:38	-1,55	-2,5	26,12	2,54	2,51	2,54	25,28	23,25	2,53
02/06/2018 04:59	-1,36	-2,5	15,58	2,35	1,94	1,95	24,53	23,83	2,32
02/06/2018 05:00	-1,33	-2,5	15,71	2,4	1,91	1,91	24,51	23,84	2,35
02/06/2018 05:08	-1,3	-2,5	8,3	16,6	1,69	1,65	24,52	23,89	2,17
02/06/2018 05:09	-5,86	-2,5	7,93	20,93	1,87	3	24,51	23,87	2,29
02/06/2018 05:10	-11	-2,5	6,93	20,29	1,95	2,95	24,52	23,91	2,43
02/06/2018 05:18	-7,07	-2,5	16,84	20,42	2,26	2,52	24,56	24,02	2,56
02/06/2018 05:22	-6,51	-2,5	36,78	20,41	2,3	2,47	24,56	24,03	2,74
02/06/2018 05:24	-7,68	-2,5	54,72	30,55	2,31	3	24,54	24,04	2,7
02/06/2018 05:25	-10,02	-2,5	57,27	16,06	2,31	3	24,58	23,87	2,69

02/06/2018 05:30	-7,03	-2,5	45,88	2,64	2,51	2,7	23,77	23,51	2,54
02/06/2018 05:31	-7,03	-2,5	46,08	2,5	2,51	2,7	23,72	23,25	2,55
02/06/2018 05:32	-6,22	-2,5	30,68	3,04	2,68	2,77	22,53	23,56	2,55
02/06/2018 05:58	-6,41	-2,5	28,45	8,3	2,58	2,84	20,66	23,08	2,56
02/06/2018 05:59	-6,45	-2,5	26,2	9,74	2,63	3	14,65	21,33	2,58
02/06/2018 06:35	-8,18	-2,5	26,36	9,13	2,64	3	14,33	21,2	2,62
02/06/2018 06:44	-8,61	-2,5	25,9	1,77	2,6	3	14,06	21,2	2,75
02/06/2018 06:54	-8,43	-2,5	25,57	2,84	2,59	3	13,77	21,05	2,51
02/06/2018 06:55	-8,06	-2,5	25,67	2,36	2,59	3	13,22	20,88	2,52
02/06/2018 06:56	-7,82	-2,5	26,1	38,94	2,6	3	16,3	20,4	2,58
02/06/2018 06:57	-8,66	-2,5	33,38	10,74	2,67	3	8,92	17,18	2,6
02/06/2018 06:58	-7,21	-2,5	33,3	5,83	2,41	2,99	7,03	16,14	2,96
02/06/2018 06:59	-6,79	-2,5	30,56	2,83	1,19	2,99	6,8	15,5	3,33
02/06/2018 07:22	-6,48	-2,5	33,11	4,65	1,6	2,99	8,45	15,4	3,36
02/06/2018 06:54	-6,48	-2,5	34,34	4,67	1,63	2,99	16,46	15,18	4,51
02/06/2018 08:06	-6,45	-2,5	35,29	10,04	2,84	2,99	17,97	14,66	3,84
02/06/2018 08:17	-8,3	-2,5	39,3	10,4	3	2,99	18,23	14,42	4,08
02/06/2018 08:18	-18,48	-2,5	39,93	13,37	3,07	2,99	9,16	14,01	3,87
02/06/2018 08:19	-12,18	-2,5	41,65	13,11	2,94	2,99	13,14	18,46	3,33
02/06/2018 08:20	-9,22	-2,5	40,14	2,48	3,01	2,99	10,32	15,96	3,36
02/06/2018 08:25	-7,85	-2,5	36,96	12,19	3,02	2,99	20,44	18,67	3,83
02/06/2018 08:29	-6,54	-2,6	48,16	2,49	2,99	3	26,24	25,68	4,51
02/06/2018 08:31	-2,51	-2,5	37,44	16,91	3,07	3	23,2	24,96	3,33
02/06/2018 08:32	-4,7	3	21,3	2,85	2,97	3	23,73	24,55	2,97

Tableau 3.4 : Variation des paramètres influant sur la section de réfrigération durant le mois décembre 2018

Date	72TIC 0007PV	72TIC 0007 SP	17FI 0027	17FIC 0038	72LIC 0002	72PIC 0004 PV	72PIC 0004 SP	72LIC 0008	72PIC 0018	72FI 0003
10/12/2018 07:27	-9,38	-4	29,96	9,37	72,02	2,25	1,61	2,94	2,71	133,51
10/12/2018 13:36	-12,34	-4	29,85	9,33	83,08	26	1,72	1,49	7,2	133,51
10/12/2018 15:00	-8,73	-4	29,82	9,32	83,05	26	1,83	1,38	7,2	133,51
11/12/2018 08:01	-12,41	-4,5	29,52	9,22	18,68	27	2,84	39,8	7,2	133,51
21/12/2018 14:00	-10,39	-4,5	25,15	7,77	12,1	46	1,61	43,71	8,2	133,51
21/12/2018 14:32	-10	-4,5	25,14	7,77	15,54	46	1,67	43,83	8,2	133,51
21/12/2018 15:59	-7,53	-4,5	25,11	7,76	24,73	46	1,84	44,16	8,2	133,51
21/12/2018 17:47	-9,89	-4,5	25,08	7,75	36,21	47	2,04	44,56	8,2	133,51
21/12/2018 19:25	-7,85	-4,8	25,05	7,74	46,54	47	2,23	44,92	8,2	133,51

Tableau 3.5 : Variation des paramètres influant sur la section de réfrigération durant le mois janvier 2019.

Date	72TIC 0007 PV	72TIC 0007 SP	17FI 0027	17FIC 0038	72LIC 0002	72PIC 0004 PV	72PIC 0004SP	72PIC 0018	72FIC 0003
11/01/2019 22:56	-8,29	-4,6	46,55	8,34	0,75	2,58	1,86	3,13	140,83
11/01/2019 23:00	-8,13	-4,6	46,55	8,34	88	2,58	2,03	3,13	140,83
11/01/2019 23:06	-7,82	-4,2	46,56	8,34	0,8	2,58	2,02	3,13	140,83
11/01/2019 23:10	-7,73	-4,2	46,56	8,34	0,74	2,58	2	3,13	140,83
11/01/2019 23:13	-7,66	-4,2	46,56	8,34	0,88	2,58	2,07	3,13	140,83
11/01/2019 23:16	-7,61	-4,2	46,56	8,34	0,8	2,58	2,11	3,13	140,83
11/01/2019 23:20	-7,54	-4,2	46,56	8,34	0,76	2,58	2,06	3,13	140,83
11/01/2019 23:23	-7,49	-4,2	46,56	8,34	0,79	2,58	2,06	3,13	140,83
11/01/2019 23:26	-9,6	-4,2	46,56	8,34	0,73	2,58	2,67	3,13	140,83
11/01/2019 23:30	-13,28	-4,2	46,56	8,34	0,8	2,58	2,51	3,13	140,83
11/01/2019 23:33	-8,72	-4	46,56	8,34	1,01	2,58	2,2	3,13	140,83
11/01/2019 23:36	-6,8	-4	46,56	8,34	0,98	2,58	2,55	3,13	140,83

Après l'analyse de ces données, nous avons remarqué qu'il y a deux états de fonctionnement de l'unité 72.

- Etat 1 : instabilité de l'unité.
- Etat 2 : stabilité de l'unité.

3.2.1 Etat 1 : Instabilité de l'unité

Après l'analyse des données durant la période d'instabilité, nous avons remarqué ce qui suit comme anomalie :

- Fluctuation de débit propane et de butane.
- Baissement de la température d'entrée de propane et de butane (température d 26°C).

3.2.1.1 Fluctuation du débit propane et butane

La figure suivante représente la variation de débit de propane et de butane traité par l'unité de réfrigération.

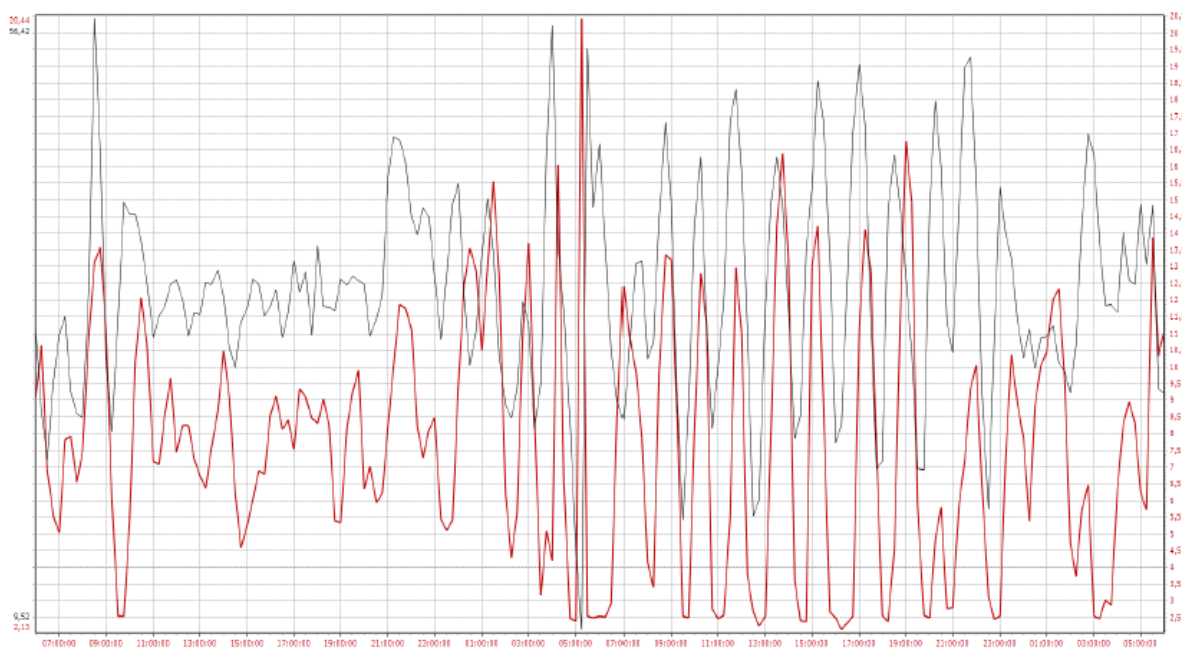


Figure 3.1 : Variatoin du débit propane/butane.

A. Fluctuation du débit de propane

La colonne de dépropaniseur est conçue pour produire du propane à partir de la fraction de C3+ contenue dans le GNT provenant de la colonne de dééthaniseur.

Le courant supérieur du dépropaniseur est condensé par l'aéro-réfrigérant du dépropaniseur (17-MC11), puis il est envoyé vers le ballon de reflux (17-MD05). La température du propane refroidi est contrôlée par 17-TIC-0125, qui contrôle les différentes pales du ventilateur.

Une partie du propane condensé est renvoyée vers le sommet de la colonne sous forme de reflux et le reste est acheminé vers les systèmes de stockage au moyen des pompes de reflux

du dépropaniseur (17-MJ06A/B) de type centrifuge.

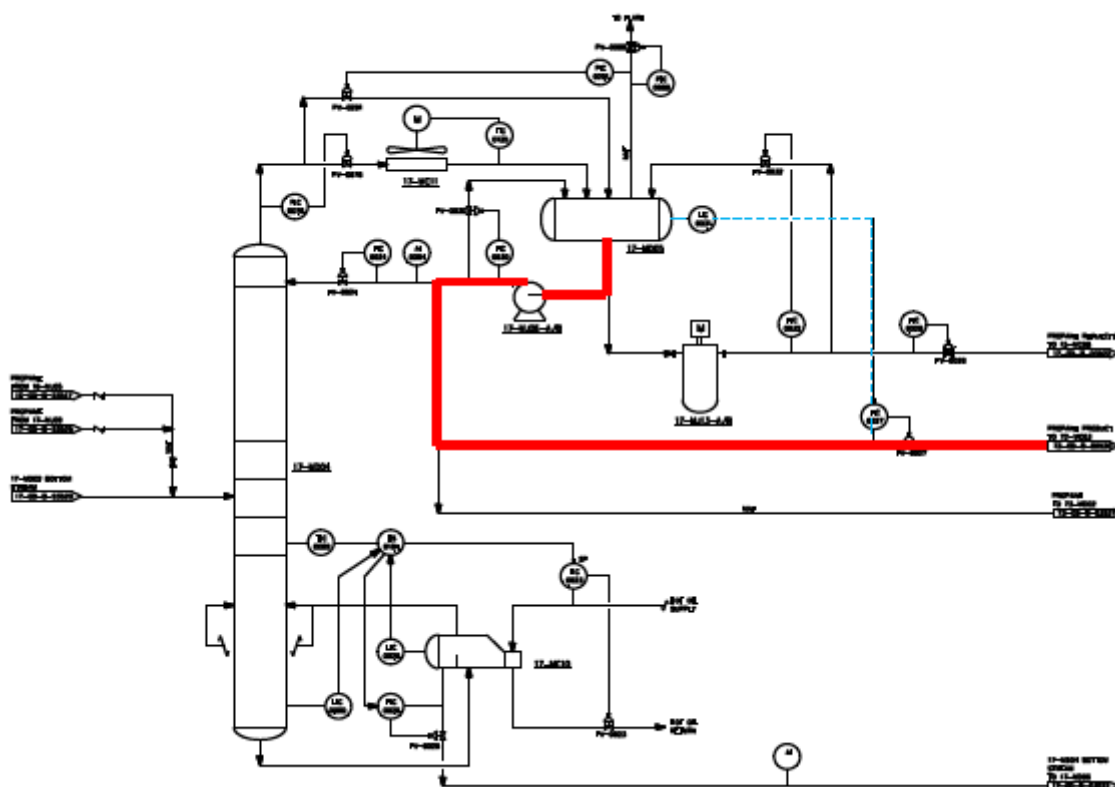


Figure3.2 : Procédé d'extraction de propane de la charge du GN.

La boucle de contrôle de débit des pompes de reflux du Dépropaniseur

Le transmetteur de niveau 17-LT-0031 est installé sur le ballon de reflux du dépropaniseur 17-MD05 ; le transmetteur de débit 17-FT-0027 est installé sur la ligne commune de propane vers la sphère de stockage (Unité 73) et le stockage de réfrigérant (Unité 72).

Rôle de la vanne 17-FV0027 est de maintenir un niveau constant dans le ballon de reflux du dépropaniseur 17-MD05 en régulant le débit de propane vers stockage.

Le débit du propane envoyée à l'unité 72 est contrôlée par la vanne 72-FV0027 qui agit en cascade avec le 17-LIC0031, le propane produit et condensé dans le dépropaniseur s'accumule dans le ballon de reflux 17-MD05 jusqu'à ce qu'il atteigne un niveau suffisant pour que le 17-LIC0031 agit et actionne la vanne 17-FV0027 pour faire circuler le propane vers l'unité 72.

L'unité 72 a été dimensionnée pour accueillir la charge de deux trains, elle reçoit la charge d'un seul train qui traite actuellement une charge de GN faible en fraction propane, l'ouverture de la vanne quand le niveau est atteint va faire circuler le propane vers l'unité 72

et aussi baisser le niveau du 17-MD05, la charge du propane n'est pas suffisante pour maintenir la stabilité du niveau dans le 17-MD05 avec l'ouverture de la vanne 17-FV0027 se qui causera sa fermeture jusqu'à ce que le niveau soit stable. C'est pour ça que les données des tableaux précédents nous donnent des fluctuations de débit à l'entrée de l'unité 72.

B. Fluctuation du débit de butane

La colonne débutaniseur est conçue pour obtenir un produit de tête de butane et des produits de pentanes/gazoline depuis le côté/le fond de la colonne.

Le courant supérieur du débutaniseur est condensé par l'aéro-réfrigérant du débutaniseur (17-C13) puis envoyé au ballon de reflux (17-MD07).

La température du butane refroidi est contrôlée par 17-TIC-0136, qui actionne sur les différentes pales du ventilateur.

Le butane condensé est généralement renvoyé au sommet de la colonne sous forme de reflux. Le reste est envoyé aux installations de stockage à travers les pompes de reflux du débutaniseur (17-MJ07A/B) de type centrifuge.

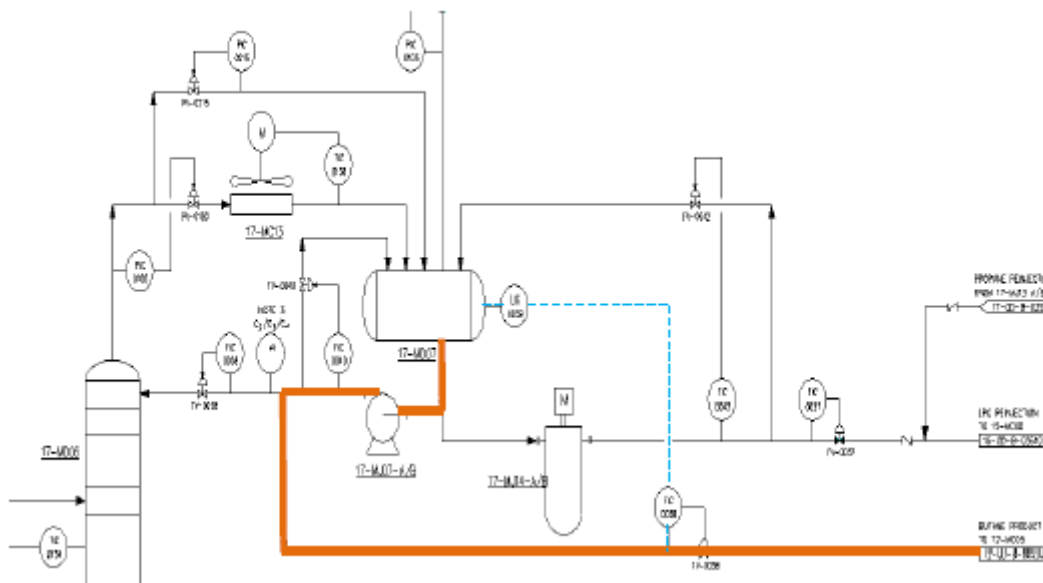


Figure 3.3 : Procédé d'extraction de butane de la charge du GN.

Le niveau du ballon de reflux de butane 17-MD07 est contrôlé par 17-LIC-0039 qui agit en cascade sur 17-FV-0038, situé sur la ligne de butane vers stockage.

La vanne 17-FV-0038 qui contrôle le débit vers l'unité 72 prend son point de consigne de l'indicateur de niveau du ballon 17-MD07, si le niveau est de 60% ou plus la vanne s'ouvre pour faire circuler le butane jusqu'à l'unité 72.

Le débit du butane envoyé à l'unité 72 est contrôlée par la vanne 17-FV-0038 qui agit en cascade avec le 17-LIC-0039, le butane produit et condensé dans le débutaniseur

s'accumule dans le ballon de reflux 17-MD07 jusqu'à ce qu'il atteigne un niveau suffisant pour que le 17-LIC-0039 agit et actionne la vanne 17-FV-0038 pour faire circuler le butane vers l'unité 72.

L'unité 72 a été dimensionnée pour accueillir la charge de deux trains elle reçoit la charge d'un seul train qui traite actuellement une charge de GN faible en fraction butane, l'ouverture de la vanne quand le niveau est atteint va faire circuler le butane vers l'unité 72 et aussi baisse le niveau du 17-MD07, la charge du propane n'est pas suffisante pour maintenir la stabilité du niveau dans le 17-MD07 avec l'ouverture de la vanne 17-FV-0038 se qui causera sa fermeture jusqu'à ce que le niveau soit stable. De cela nous constatons que l'unité 72 va recevoir une charge de butane qui est généralement discontinue et non stable.

Conséquences de la fluctuation de débit

a-Instabilité de la boucle de régulation de pression en fonction de la température

Le transmetteur de la pression 72-PT-0004 est installé sur l'échangeur BP Propane/Butane (72-MC04) côté calandre, et l'élément/transmetteur de température 72-TE/TT-0007 sont installés sur la ligne de sortie de Butane du 72-MC04 côté tube. La vanne 72-PV-0004 est installée sur la ligne de sortie vapeur de Propane du 72-MC04 côté calandre, son objectif est de contrôler la température de Butane à la sortie du 72-MC04 en variant la pression du Propane (côté calandre de l'échangeur).

Action : Contrôleur à action directe 72-PIC-0004 en cascade avec le 72-TIC-0007. Si le signal de température du Butane dépasse le point de consigne (-5,5 °C), la première action est de diminuer le point de consigne du contrôleur de pression (2,3 barg), et vice-versa. Cela implique l'ouverture de la vanne 72-PV-0004 lorsque la pression opératoire du Propane est supérieure au point de consigne.

En effet, la vanne 72-PV-0004 est ouverte au moyen du contrôleur 72-PIC-0004 lorsque le signal de pression est supérieur au point de consigne, et vice-versa. La vanne 72-PV-0004 réagit lentement surtout avec la variation de débit d'entrée.

Quand la charge du butane augmente, la vanne réagit suivant la TIC0007 pour ajuster la pression. Cette variation de pression n'agit pas directement sur la température donc le régulateur va prendre du temps pour stabiliser la température. Le problème qui se pose est la variation brusque et fréquente de la charge de butane, quand la boucle commence à se stabiliser, la charge diminue et cette dernière va se refroidir rapidement à cause de la faible pression dans l'échangeur 72MC04, puisque la boucle réagit lentement donc la température du butane va diminuer jusqu'à atteindre une valeur qui peut aller jusqu'à -20°C.

Parfois l'opérateur consoles fait changer le SP du 72-TIC0007 pour anticiper l'augmentation de la pression dans l'échangeur 72-MC04, le tableau suivant nous montre clairement cette action.

Tableau3.6 : Changement de SP 72-TIC0007 avec la variation de température et de débit.

Date	72-FI0006	72-TIC0007.PV	72-TIC0007.SP
01/06/2018 00 :42	8.4	-2.1	-2.5
01/06/2018 07 :04	4.79	-6.17	-2.5
01/06/2018 07 :46	4.76	-3.7	-4
01/06/2018 08 :29	17.54	-7.2	-2.5
01/06/2018 09 :11	5.91	-4.43	-3.5
01/06/2018 11 :18	6.08	-4.93	-5.3
01/06/2018 12 :43	5.7	-5.14	-5
01/06/2018 14 :08	10.43	-4.91	-5.5
01/06/2018 15 :33	7.61	-5.8	-5
01/06/2018 16 :15	9.84	-5.28	-4
01/06/2018 16 :58	6.48	-5.74	-2.5
02/06/2018 14 :10	5.82	-4.5	-2.5
02/06/2018 17 :00	13.39	-4.57	-2.6

L'opérateur console augmente le SP à chaque fois que le débit diminue et cela pour que la vanne 72-PV0004 se ferme rapidement afin d'augmenter la pression, cela reste une solution préventive à la fermeture de la vanne 72-ESDV0001 mais parfois ça ne marche pas et la vanne se ferme.

De cela, nous avons conclu que la boucle ne peut pas suivre la variation rapide et répétitive du débit butane, c'est la cause de l'abaissement de la température du butane.

b-chute de pression dans le ballon 72-MD04 et 72-MD03

La fluctuation de la charge propane et butane va perturber la pression de vapeur dans les ballons 72-MD04 et 72-MD03, si les vapeurs du propane diminue la pression va chuter, et si nous rajoutons le problème de mal régulation de charge des compresseurs cette pression diminue encore plus.

Par conséquent, la pression dans le ballon 72-MD04 devient insuffisante pour assurer l'alimentation de l'échangeur 72-MC04 en propane, le niveau est presque nul.

Note :

La régulation de charge des compresseurs est faite par une électro vanne qui contrôle le chargement et le déchargement du compresseur.

Le problème de construction de l'électro vanne a causé le problème de blocage des compresseurs en mode chargement ou déchargement.

Si le compresseur se bloque en mode chargement, la pression s'abaisse dans le ballon d'aspiration. Ce problème est réglé pour le moment.

3.2.1.2 Instabilité des températures propane et butane à l'entrée de la section

Le propane et le butane arrivent à l'unité 72 avec une température plus froide par rapport aux paramètres design, ce qui concède :

a-Chute de pression dans le ballon 72-MD04 et absence de niveau dans l'échangeur 72-MC04

Le butane provenant de l'unité de fractionnement passe dans le premier échangeur de chaleur 72-MC03 coté tube, où il est refroidi par le propane qui passe côté calandre, ce dernier alimente le ballon 72-MD04 en vapeur.

L'arrivée d'un débit de propane sous-refroidi qui alimente l'échangeur 72-MC03 va diminuer la quantité de propane évaporé par le transfert thermique avec le butane. Donc le ballon 72-MD04 va recevoir un faible débit de vapeur, par conséquent une chute de pression dans le ballon. Et si nous rajoutons la fluctuation de débit et mauvaise régulation de charge des compresseurs, cette pression diminue encore plus.

Tandis que le diamètre de la ligne d'alimentation du ballon 72-MD03 située en point bas est plus grand que celle qui alimente l'échangeur 72-MC04 située en haut, et vu que la pression est faible dans le ballon 72-MD04, le niveau de cet échangeur est presque toujours nul.

b-Instabilité de la boucle 72 TIC0007

dans l'échangeur 72-MC04 va ralentir de plus la boucle de régulation 72-TIC0007 par ce qu'elles sont insuffisantes pour augmenter la pression si le débit butane diminue.

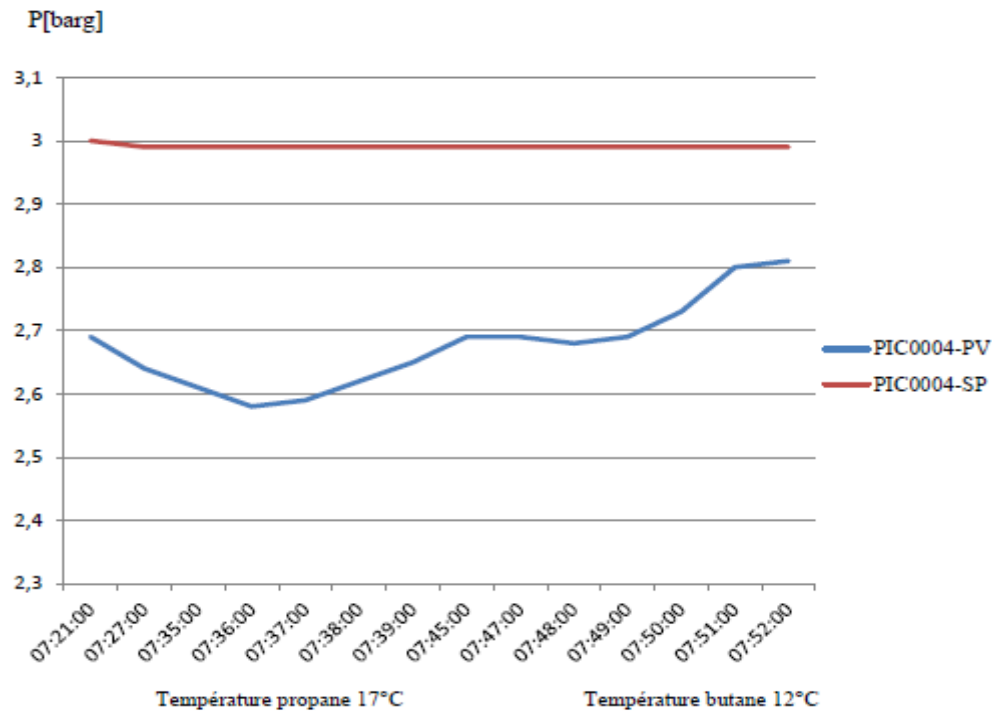


Figure 3.4 : Influence de la température propane et butane sur la pression du 72-MC04.

Cette figure montre l'influence de la température propane et butane sur la pression de l'échangeur selon les données représentées dans le tableau 3.6.

Cette figure nous montre clairement l'influence de traiter un débit de butane et de propane sous-refroidi sur la pression du 72-MC04, le contrôleur 72-PIC0004 demande une pression élevée mais cette dernière n'est pas atteinte dans l'échangeur 72-MC04, Si la pression dans ce dernier n'est pas contrôlable, on va voir une difficulté pour le contrôle de la température.

Tableau3.7 : Influence de la température propane/butane sur la pression du 72-MC04.

Date	72PIC0007 PV	72PIC0007 SP	72TIC0008 PV	72TIC0005 SP
01/06/2018 07:21	2.69	3	16.83	20.81
01/06/2018 07:27	2.64	2.99	13.67	18.82
01/06/2018 07:35	2.61	2.99	11.91	17.39
01/06/2018 07:36	2.58	2.99	11.77	17.25
01/06/2018 07:37	2.59	2.99	11.53	17.12
01/06/2018 07:38	2.62	2.99	11.44	16.94
01/06/2018 07:39	2.65	2.99	11.09	16.82
01/06/2018 07:45	2.69	2.99	10.53	16.31
01/06/2018 07:47	2.69	2.99	10.39	16.2
01/06/2018 07:48	2.68	2.99	10.42	16.12
01/06/2018 07:49	2.69	2.99	10.31	16.04
02/06/2018 07:50	2.73	2.99	10.32	15.96
02/06/2018 07:51	2.8	2.99	10.32	15.86
02/06/2018 07:52	2.81	2.99	10.03	15.8

3.2.2 Etat 2

Nous allons citer par la suite deux cas où la section de réfrigération était stable.

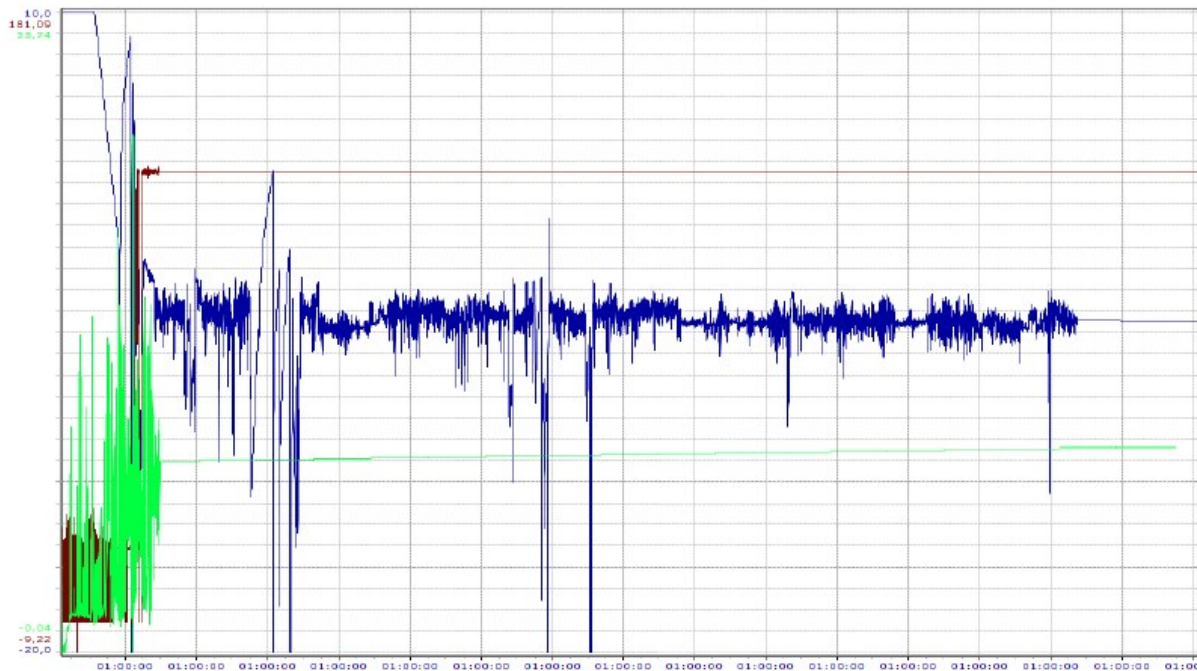
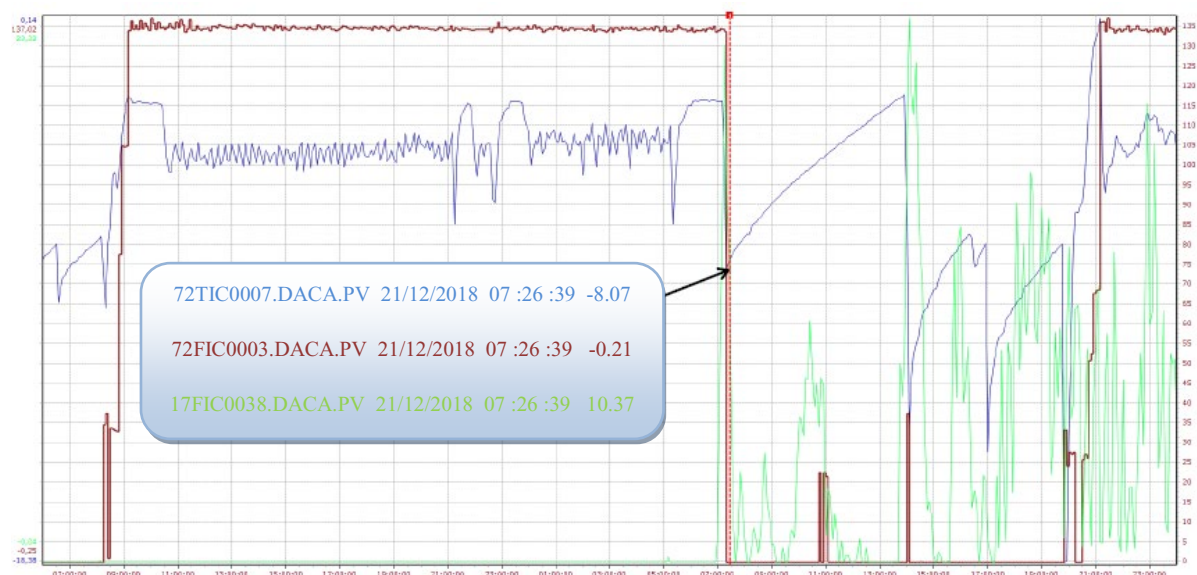
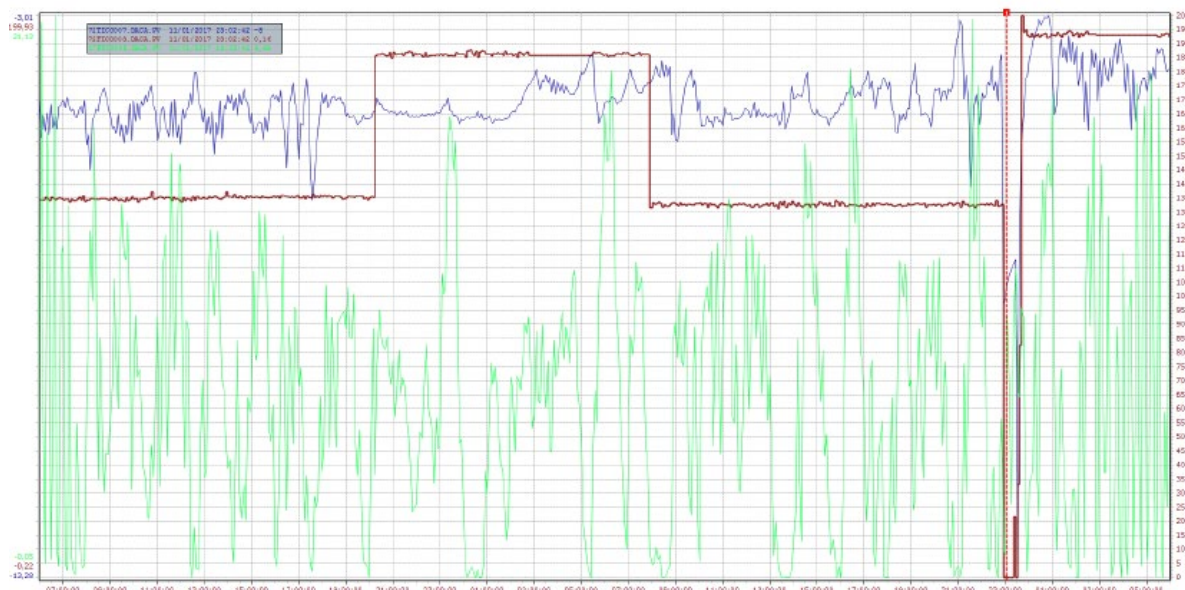


Figure 3.5 : Variation de la température de sortie du butane et le débit de circulation du 01/12/2018 jusqu'à le 19/02/2019



■ Débit retour circulation ; ■ Température de sortie butane ver bac ; ■ Débit butane ;

Figure 3.6 : Température de sortie du butane et le débit de circulation durant le 11/01/2019.



■ Débit retour circulation ; ■ Température de sortie butane ver bac ; ■ Débit butane ;

Figure 3.7 : Température de sortie du butane et le débit de circulation durant le 11/01/2019.

La figure montre des fermetures de la vanne ESDV0001 dans les dates suivantes :

- Le 21/12/2016 à cause du déclenchement de la pompe de circulation.
- Le 11/01/2019 à cause du chargement de butane et cela implique l'arrêt de la

circulation butane.

Dans cette période la section réfrigération était stable même sans utiliser la ligne de circulation butane, mais cela à condition que le débit traité et la température du propane et butane ont été respectivement e 7m³/h et e 30°C.

Tableau 3.8 : Variation des différents paramètres durant le 18/08/2018.

Date	17FIC0038	17FI0027	72FIC0003	72TI0005	72TI0008	72FI0010	72FI0011	72TIC0007
01/06/2018 09 :15	16.82	65.52	-0.17	36.35	32.95	13561.55	1247.96	-4.56
01/06/2018 10 :14	5.83	45.5	-0.15	40.03	33.57	13590.37	1260.2	-4.19
01/06/2018 11 :38	14.73	34.26	-0.19	38.06	37.29	13624.64	1254.73	-4.14
01/06/2018 13 :33	10.69	40.36	-0.15	36.58	33.21	13768.74	3056.14	-3.87
01/06/2018 14 :05	15.8	75.23	-0.17	38.32	34.02	13739.92	2718.98	-4
01/06/2018 15 :40	8.6	34.92	-0.17	38.04	35.27	13968.92	2789.08	-3.71
01/06/2018 17 :01	7.4	75.85	-0.16	36.07	34.23	13843.51	2516.46	-3.95
01/06/2018 19 :49	2.76	31.39	227.68	30.92	28.61	14014.09	2920.38	-3.49
01/06/2018 15 :00	6.53	36.78	214.59	28.36	21.51	13900.47	1934.08	-6.58

3.3 Résumé d'analyse

Nous avons résumé les problèmes de la section réfrigération qui causent la fermeture de la vanne 72-ESDV0001 en :

- Fluctuation du débit propane et butane.
- Traitement d'un débit de propane et butane sous-refroidi.

Suite à ces deux causes, nous aurons les anomalies suivantes :

- Chute de la pression dans les ballons d'aspiration des compresseurs.
- Absence du niveau de propane dans l'échangeur 72-MC04.
- Perturbation de la boucle 72-TIC0007.
- Instabilité de la température du butane vers bac.

Solution et recommandation

Après l'analyse de la problématique nous avons conclu que le problème principal de l'unité 72 c'est l'instabilité de la charge et de la température de réception des deux produits propane/butane, donc pour assurer un bon fonctionnement de l'unité, il faut :

- Une charge suffisante et stable des deux produits d'alimentation : butane et propane.
- Une pression suffisante au niveau du 72MD04 (> 4 barg) pour assurer le niveau du 72MC04.

Dans le but d'éviter les problèmes dans la section de réfrigération nous avons proposé quelques solutions.

4.1 Stabiliser la charge

4.1.1-Utilisation de la ligne de circulation butane

La charge du propane et butane produite dépend de la composition du gaz naturel à l'entrée ce qui veut dire quelle est imposée.

Pour stabiliser la charge du butane nous recommandons l'utilisation de la ligne de circulation pour maintenir un débit stable dans le 72-MC04 par la pompe de circulation, mais le problème qui se pose c'est que dans le cas de chargement, cette ligne ne sera plus disponible.

Donc l'utilisation de la pompe de circulation n'est pas une solution permanente, mais ça reste une solution à utiliser pour éviter la fermeture de la vanne 72ESDV0001.

4.1.2-utiliser le by-pass de la vanne 17-FV0038

Le by-pass va assurer un débit minimum quand la charge de butane diminue à cause de la fermeture de la vanne 17-FV0038.

4.2 Ajustement de la température propane/butane

Le traitement d'un débit propane/butane sous-refroidi par la section réfrigération réduit les émissions vapeurs propane et causera la fermeture de la vanne 72ESDV0001, nous avons vu précédemment que quand la température a augmenté au-delà de 30°C pour le propane et butane la section à un peu stabilisé.

Nous avons simulé par la suite la section réfrigération par le logiciel HYSYS, afin de trouver les températures d'entrée du propane et butane adéquate pour le fonctionnement de l'unité 72.

a-Méthodologie de simulation

Nous avons établi le schéma PFD (cas de base 21°C) dans le simulateur HYSYS pour vérifier la fiabilité de cette simulation et nous avons trouvé que les résultats de simulation sont proches des paramètres design.

b-Calcul de la température propane

A partir de la simulation du cas réel nous avons fait varier la température entre 10°C et 44°C de propane entrant à la section réfrigération et voir son impact sur le débit vapeur après chaque détente en utilisant l'option **Case study**.

c-Calcul de la température butane

Nous avons fait varier la température et le débit de butane entrant à de la section réfrigération ainsi que la pression dans l'échangeur 72-MC04 suivant ces données :

- La température butane de 10°C jusqu'à 48°C
- Le débit butane de 2m³/h jusqu'à 40 m³/h
- La pression propane dans le 72-MC04 de 1barg jusqu'à 3barg

Les résultats de la simulation sont regroupées dans les tableaux de l'annexe B.

D'après les résultats obtenus par la simulation et le PIMS nous avons tiré les paramètres adéquats pour le fonctionnement de l'unité :

- Température propane 40°C
- Température butane 38°C à 46°C

Lors de l'utilisation de ces données, l'unité se stabilise et la vanne 72ESDV0001 reste ouverte, sauf dans le cas où le débit du butane est inférieur à 18 m³/h.

4.3 Modification de la boucle de contrôle TIC0007

Nous avons vu précédemment que la boucle de contrôle de température TIC0007 réagit lentement et n'arrive pas à suivre la variation brusque du débit.

Pour cela, nous avons proposé une modification pour cette boucle, qui sert à installer un sélecteur (figure 4.1) qui va recevoir les signaux des indicateurs suivants :

- 72FI0006.
- 72TIC0007.
- 72FI0003.

Ce sélecteur va prendre le SP le plus grand entre celui du 72 TIC0007 et du 72 FI0006 en le transmettant au PIC0004 (figure 4.1).

Après les résultats obtenus de la simulation avec les températures calculées précédemment (voir les tableaux annexe B). Nous avons déterminé les valeurs des SP que doit le FI0006 donnée pour chaque variation de débit comme suit :

Variation de débit butane	Pression dans le 72-MC04
[2-3]	3.2
[4-10]	3
[11-12]	2.8
[13-14]	2.6
[15-16]	2.4
17	2.1
18	1.5

Le sélecteur se met en marche seulement si le débit butane soit inférieur au débit butane minimum qui est 18m³/h et si le débit de circulation est nul, selon l'indication du 72FI0003, dans le cas contraire le sélecteur devient en standby et seulement le 72TIC0007 qui va agir sur le 72PIC0004 (figure 4.2).

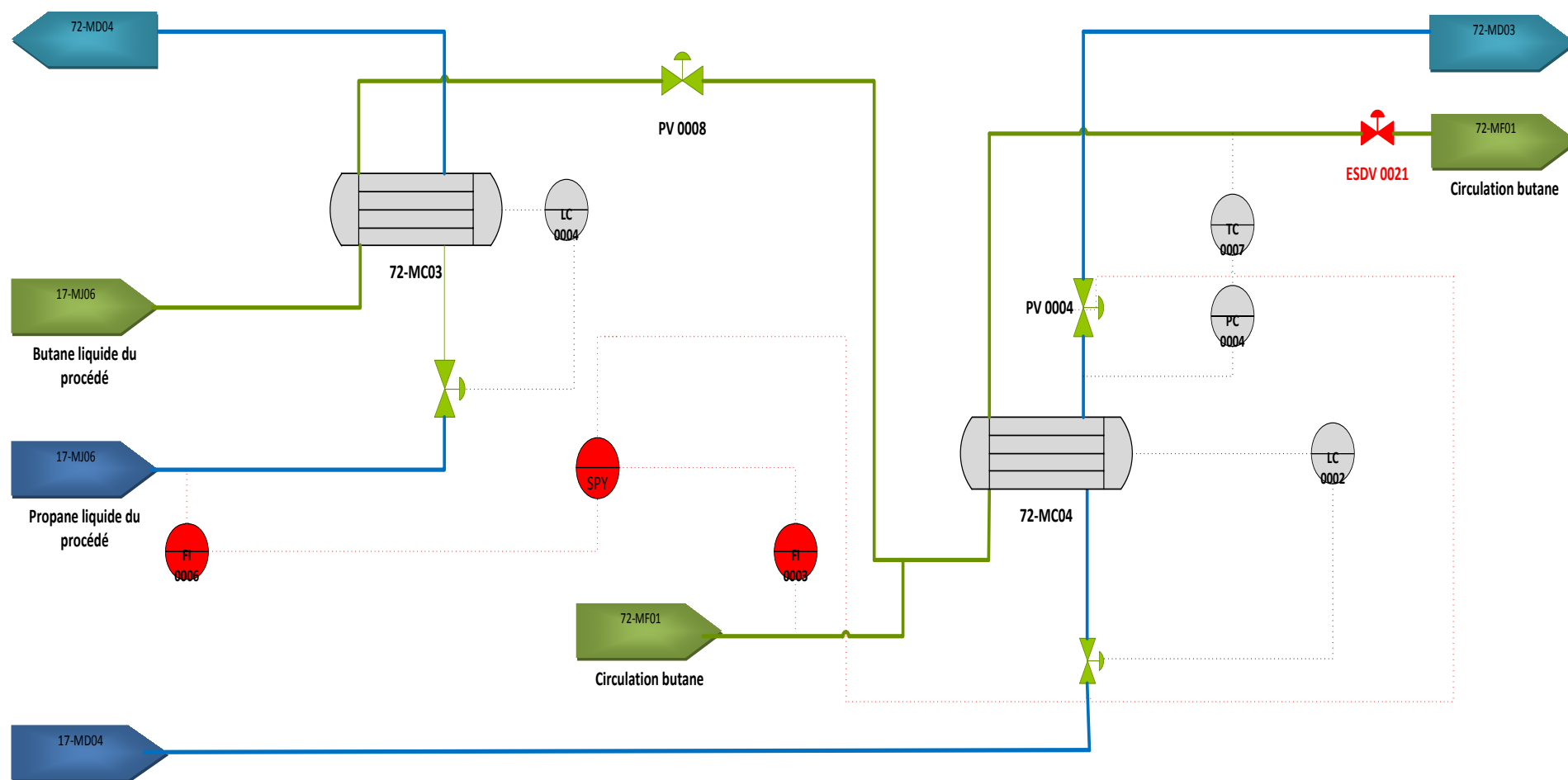


Figure 4.1 : Modification de la boucle de contrôle TIC0007.

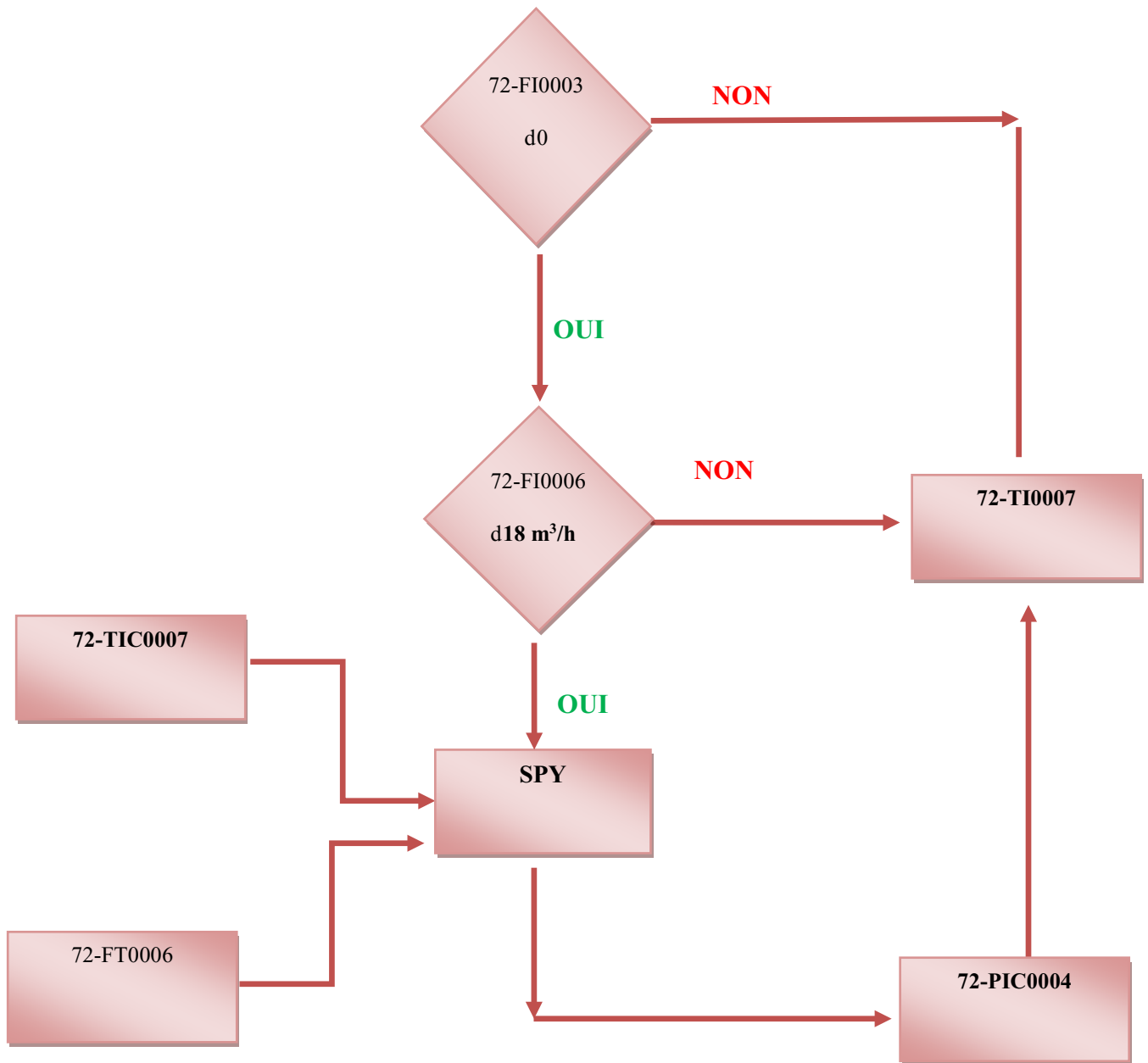


Figure 4.2 : Organigramme de la boucle de régulation de la température sortie butane vers bac.

4.4 Installation d'une vanne trois voix

Nous proposons d'installer une vanne à trois voix comme la figure 4.3 montre. La vanne va ajuster la température du butane vers bac en prenant un débit de butane chaud juste à l'entrée de l'unité après l'échangeur 72MC03 et cela pour le mélanger avec le butane à la sortie du 72MC04. L'ouverture et la fermeture de cette vanne dépend du SP qu'elle va prendre de l'indicateur de température juste à la sortie du butane du 72MC04.

L'utilisation de cette vanne va nous permettre d'éviter carrément la fermeture de la vanne 72-EDSV0001.

Tableau 4.1 : Pourcentage de débit nécessaire pour ajusté la température du butane vers Stockage.

Température de sortie butane du 72MC04 [°C]	débit nécessaire [%]	Température ajustée [°C]
-20	20	-5.157
-19	18.5	-5.465
-18	17.5	-5.389
-17	16	-5.64
-16	15	-5.16
-15	14	-5.369
-14	12.5	-5.535
-13	11	-5.670
-12	10	-5.447
-11	8.5	-5.522
-10	7	-5.565
-9	5.5	-5.575
-8	4	-5.553
-7	2.5	-5.498

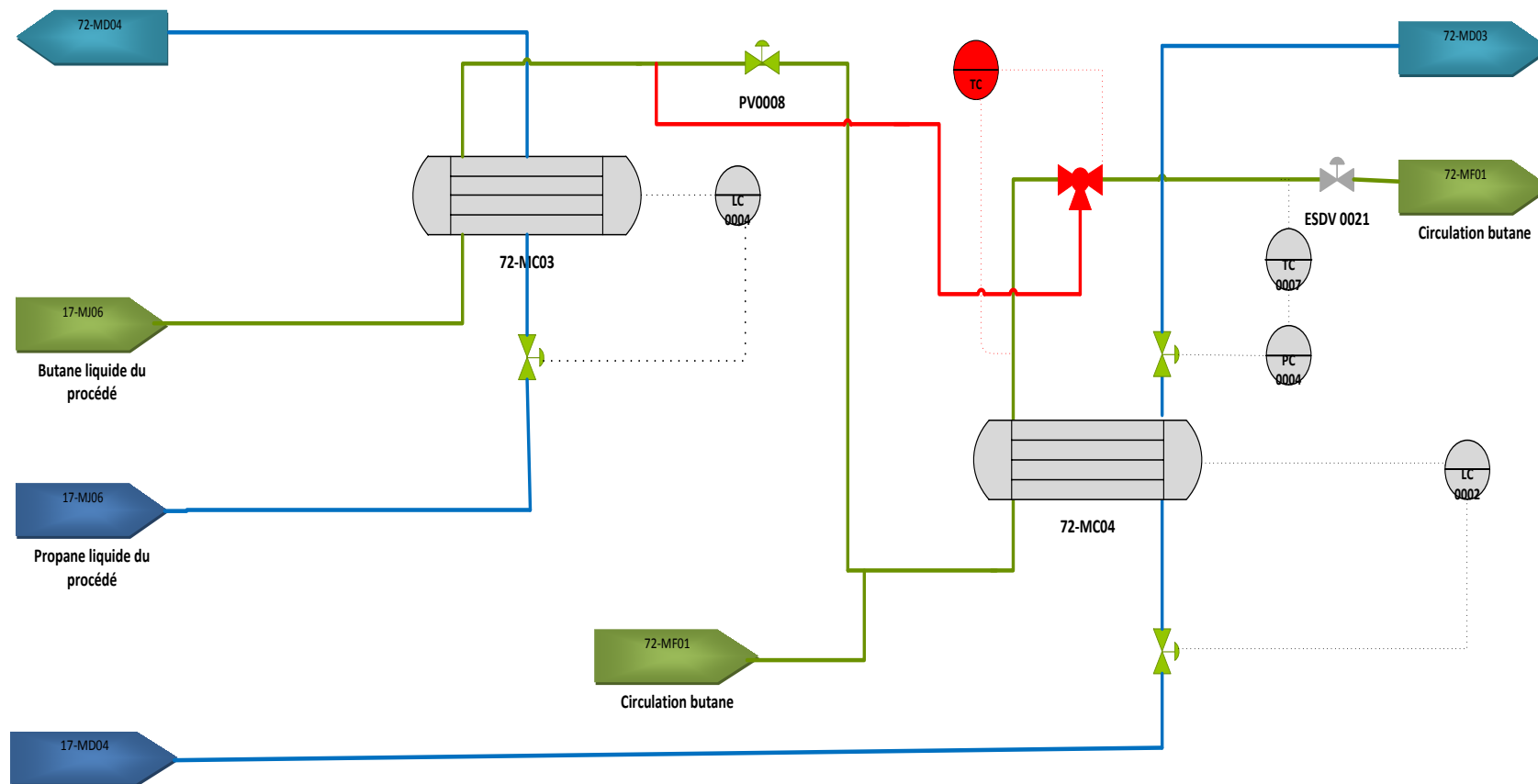


Figure 4.3 : Installation d'une vanne trois voix.

4.5 Etude comparative des solutions suggérées

Solution	Points positifs	Points négatifs
Utilisation de la ligne de circulation butane	-Stabilité de la boucle 72-TIC0007 et la température de sortie butane vers bac ; -Eviter les pertes de butane torché lors du refroidissement de la ligne pour le chargement butane.	-Instabilité de la température en cas de rupture du débit circulation ; - consommation énergétique.
Utilisation du by-pass de la vanne 17-FV0038	éviter la fermeture de la vanne 72-ESDV0001.	- nécessité une présence permanente de l'opérateur sur site ; - nécessite une vérification permanente du niveau des ballons 72-MD05 et 72-MD07 par l'opérateur Consols
Ajustement de la température de propane et de butane	-diminution de la consommation énergétique des aéros ; -stabiliser la section réfrigération.	
Modification de la boucle de régulation de température de sortie butane	stabiliser la section réfrigération.	
Installation d'une vanne trois voix	éviter définitivement la fermeture de la vanne 72-ESDV0001.	-nécessité d'une étude pour la réalisation ; -nécessité de l'arrêt de la section réfrigération pour la mise en œuvre.

Conclusion Générale

Nous tenons avant tout de confirmer que notre stage dans le complexe GL3/Z nous a beaucoup apporté sur le plan pratique, où nous avons pu se pencher de très près sur la section de réfrigération au niveau de l'unité 72, Nous avons aussi compris toute l'importance de la récupération du butane dans les plans économiques et environnementaux. Dans le présent travail, nous avons entamé une étude détaillée pour déterminer les causes du problème de la fermeture de la vanne 72-ESDV0001, à fin de recommander des solutions.

L'effet de la variation des différentes conditions de traitement (température, débit) sur la stabilité de la section réfrigération a été analysé.

Nous avons proposé d'augmenter la température du propane/butane entrant dans la section de réfrigération, et stabiliser un peu la section de réfrigération. Par la suite, nous avons proposé notre solution dont nous avons travaillé sur la boucle de régulation de 72-TIC0007 avec la 72-PV0004 en ajoutant une modification qui permet de contrôler la température de sortie du butane en fonction de la variation de la charge.

Le démarrage de la pompe de circulation ou bien le by-pass de la vanne 72-FV0038 pour assurer un débit suffisant.

Installation d'une vanne à trois voies à la sortie de butane vers bac de stockage, cette dernière nous permet d'éviter définitivement la fermeture de la vanne 72-ESDV0001.

Finalement nous recommandant l'application de ces solutions ensemble afin de stabiliser la section de réfrigération, sauf l'installation de la vanne qui reste à étudier sa réalisation mais c'est une solution définitive à la fermeture de la vanne 72-ESDV0001.

Bibliographie

1. Manuel opératoire 318800-GNL3Z-00-PR-00-04000-1 [1]
2. Cour de stockage IAP [2]
- 3.cours de stockage IP M2[3]
- 4.M.Flech ; Gaz naturel liquéfié, et Technologie,1992[4]
3. Daric 5G).- réservoirs de stockage d'hydrocarbures et produits assimilés. Cours E.N.S.P.M., Ref 1835. Editions Technip.Paris [5]
4. Champagnat (A.) chimie et industrie. Juill.1958.80, N°1. [5]
5. Tilley- Insulating hot oil storage tanks. Petr.Eng. Sept.1954 [5]
6. Manuel opératoire 318800-GNL3Z-MO-SY-72-86822-1_FR. (01.01).18648 [6]

Annexe A

Tableau 1 : Variation de la température de sortie butane durant le mois décembre 2018.

Date	72TIC0007	Date	72TIC0007	Date	72TIC0007	Date	72TIC0007	Date	72TIC0007
04/12/2018 09:45	-10,9	08/12/2018 00:51	-4,54	11/12/2018 04:41	-12,61	14/12/2018 13:13	-4,61	21/12/2018 01:17	-4,13
04/12/2018 13:02	-3,32	08/12/2018 09:16	-4,3	11/12/2018 08:29	-11,31	14/12/2018 20:54	-4,11	21/12/2018 23:34	-4,2
04/12/2018 14:38	-3,33	08/12/2018 12:03	-4,71	11/12/2018 09:34	-8,04	15/12/2018 02:06	-3,83	22/12/2018 03:43	-3,55
04/12/2018 16:22	-13,15	08/12/2018 14:13	-8,13	11/12/2018 12:18	-5,39	15/12/2018 06:46	-4,21	22/12/2018 07:52	-3,57
04/12/2018 17:51	-7,4	08/12/2018 15:07	-10,46	11/12/2018 16:02	-3,96	16/12/2018 01:33	-3,88	22/12/2018 12:25	-3,58
05/12/2018 09:35	-3,96	09/12/2018 06:26	-3,28	12/12/2018 05:08	-5,01	16/12/2018 20:06	-4,03	24/12/2018 04:02	-3,69
05/12/2018 12:39	-4,31	09/12/2018 09:06	-12,27	12/12/2018 07:09	-4,62	17/12/2018 07:46	-4,48	25/12/2018 02:41	-3,76
05/12/2018 15:48	-3,37	09/12/2018 11:49	-9,13	12/12/2018 11:40	-4,6	18/12/2018 10:51	-5,32	25/12/2018 06:59	-3,77
05/12/2018 19:59	-3,93	09/12/2018 14:48	-5,97	12/12/2018 14:31	-4,76	18/12/2018 14:58	-5,02	26/12/2018 04:26	-3,83
06/12/2018 07:35	-4,73	09/12/2018 17:18	-5,23	12/12/2018 17:36	-4,35	18/12/2018 19:27	-3,75	26/12/2018 12:59	-3,85
06/12/2018 21:25	-7,87	10/12/2018 04:32	1,91	13/12/2018 02:00	-5,55	19/12/2018 10:30	-3,83	27/12/2018 20:50	-3,94
06/12/2018 21:27	-8,01	10/12/2018 07:40	-8,46	13/12/2018 11:52	-4,76	19/12/2018 13:39	-4,22	28/12/2018 09:00	-3,98
06/12/2018 23:50	-8,22	10/12/2018 11:30	-3,33	13/12/2018 16:14	-4,86	19/12/2018 17:57	-4,12	28/12/2018 18:58	-4,01
07/12/2018 09:37	-4,03	10/12/2018 15:00	-8,73	13/12/2018 21:15	-4,91	19/12/2018 20:24	-4,18	30/12/2018 15:45	-4,13
07/12/2018 12:06	-3,61	10/12/2018 18:15	-4,93	13/12/2018 23:06	-4,85	20/12/2018 01:40	-3,79	31/12/2018 05:59	-4,17
07/12/2018 15:13	-4,12	10/12/2018 20:10	-3,36	14/12/2018 02:08	-4,79	20/12/2018 05:10	-8,5		
07/12/2018 18:13	-4,27	10/12/2018 23:03	-1,48	14/12/2018 06:17	-4,72	20/12/2018 08:19	-10,85		
07/12/2018 21:41	-4,8	11/12/2018 00:47	-20	14/12/2018 10:17	-4,28	20/12/2018 13:40	-4,86		

Tableau 2 : Variation de la température de sortie butane durant le mois janvier 2019.

Date	72TIC0007	Date	72TIC0007	Date	72TIC0007	Date	72TIC0007	Date	72TIC0007
01/01/2019 22:00	-4,27	01/01/2019 23:09	-4,15	02/01/2019 00:18	-4,44	02/01/2019 01:27	-4,38	02/01/2019 02:36	-4,24
01/01/2019 22:24	-4,39	01/01/2019 23:33	-4,35	02/01/2019 00:42	-4,33	02/01/2019 01:51	-4,3	02/01/2019 03:00	-5,04
01/01/2019 22:33	-4,66	01/01/2019 23:42	-4,55	02/01/2019 00:51	-4,61	02/01/2019 02:00	-4,47	02/01/2019 03:09	-4,47
01/01/2019 22:48	-4,67	01/01/2019 23:57	-4,42	02/01/2019 01:06	-4,48	02/01/2019 02:15	-4,54	02/01/2019 03:24	-4,35
01/01/2019 22:57	-4,57	02/01/2019 00:06	-4,25	02/01/2019 01:15	-4,33	02/01/2019 02:24	-4,51	02/01/2019 03:33	-4,54
01/01/2019 23:06	-4,24	02/01/2019 00:15	-4,34	02/01/2019 01:24	-4,66	02/01/2019 02:33	-4,22	02/01/2019 03:42	-4,47

02/01/2019 03:45	-4,36	02/01/2019 04:57	-4,5	02/01/2019 06:09	-4,24	02/01/2019 07:21	-4,58	02/01/2019 08:33	-5,31
02/01/2019 04:15	-4,37	02/01/2019 05:27	-4,7	02/01/2019 06:39	-4,88	02/01/2019 07:51	-4,16	02/01/2019 09:03	-5,43
02/01/2019 04:27	-3,87	02/01/2019 05:39	-4,36	02/01/2019 06:51	-4,57	02/01/2019 08:03	-4,24	02/01/2019 09:15	-5,29
02/01/2019 04:39	-4,59	02/01/2019 05:51	-4,75	02/01/2019 07:03	-4,48	02/01/2019 08:15	-4,07	02/01/2019 09:27	-4,88
02/01/2019 04:54	-4,54	02/01/2019 06:06	-4,13	02/01/2019 07:18	-4,5	02/01/2019 08:30	-5,33	02/01/2019 09:42	-4,83

02/01/2019 09:45	-4,19	02/01/2019 11:06	-4,52	02/01/2019 12:27	-4,35	02/01/2019 13:48	-4,9	02/01/2019 15:06	-3,97
02/01/2019 09:54	-4,55	02/01/2019 11:15	-4,33	02/01/2019 12:36	-4,21	02/01/2019 13:57	-4,46	02/01/2019 15:15	-3,88
02/01/2019 10:09	-3,99	02/01/2019 11:30	-4,39	02/01/2019 12:51	-4,87	02/01/2019 14:12	-4,34	02/01/2019 15:30	-4,64
02/01/2019 10:24	-3,84	02/01/2019 11:45	-4,93	02/01/2019 13:06	-4,81	02/01/2019 14:27	-5,07	02/01/2019 15:45	-4,45
02/01/2019 10:57	-4,16	02/01/2019 12:18	-4,78	02/01/2019 13:39	-4,36	02/01/2019 15:00	-4,04	02/01/2019 16:18	-4,57

Date	72TIC0007	Date	72TIC0007	Date	72TIC0007	Date	72TIC0007	Date	72TIC0007
02/01/2019 16:21	-4,73	02/01/2019 17:48	-4,3	02/01/2019 19:21	-4,71	02/01/2019 20:36	-4,51	02/01/2019 21:48	-4,68
02/01/2019 16:24	-4,61	02/01/2019 17:51	-4,2	02/01/2019 19:24	-4,65	02/01/2019 20:39	-4,28	02/01/2019 21:51	-4,63
02/01/2019 16:27	-4,48	02/01/2019 17:54	-4,05	02/01/2019 19:27	-4,65	02/01/2019 20:42	-4,16	02/01/2019 21:54	-4,81
02/01/2019 16:30	-4,44	02/01/2019 17:57	-4,34	02/01/2019 19:30	-4,45	02/01/2019 20:45	-4,38	02/01/2019 21:57	-4,3
02/01/2019 16:33	-4,41	02/01/2019 18:00	-4,55	02/01/2019 19:33	-4,26	02/01/2019 20:48	-4,35	02/01/2019 22:00	-4,3
02/01/2019 16:36	-4,27	02/01/2019 18:03	-4,51	02/01/2019 19:36	-4,4	02/01/2019 20:51	-4,45	02/01/2019 22:03	-4,32
02/01/2019 16:39	-4,31	02/01/2019 18:06	-4,62	02/01/2019 19:39	-4,44	02/01/2019 20:54	-4,66	02/01/2019 22:06	-4,24
02/01/2019 16:42	-4,45	02/01/2019 18:09	-4,85	02/01/2019 19:42	-4,35	02/01/2019 20:57	-4,71	02/01/2019 22:09	-4,2
02/01/2019 16:45	-4,36	02/01/2019 18:12	-4,78	02/01/2019 19:45	-4,72	02/01/2019 21:00	-4,75	02/01/2019 22:12	-4,16
02/01/2019 16:54	-4,73	02/01/2019 18:21	-4,66	02/01/2019 19:54	-4,63	02/01/2019 21:09	-4,69	02/01/2019 22:21	-3,91
02/01/2019 16:57	-4,6	02/01/2019 18:24	-4,54	02/01/2019 19:57	-4,56	02/01/2019 21:12	-4,63	02/01/2019 22:24	-3,84
02/01/2019 17:00	-4,41	02/01/2019 18:27	-4,37	02/01/2019 20:00	-4,37	02/01/2019 21:15	-4,61	02/01/2019 22:27	-3,76
02/01/2019 17:03	-4,2	02/01/2019 18:30	-4,28	02/01/2019 20:03	-4,25	02/01/2019 21:18	-4,53	02/01/2019 22:30	-3,93
02/01/2019 17:06	-4,17	02/01/2019 18:33	-4,14	02/01/2019 20:06	-4,55	02/01/2019 21:21	-4,4	02/01/2019 22:33	-4,29
02/01/2019 17:15	-4,4	02/01/2019 18:42	-4,43	02/01/2019 20:15	-4,65	02/01/2019 21:30	-4,51	02/01/2019 22:42	-5,11
02/01/2019 17:18	-4,59	02/01/2019 18:45	-4,41	02/01/2019 20:18	-4,85	02/01/2019 21:33	-4,67	02/01/2019 22:45	-4,95
02/01/2019 17:21	-4,67	02/01/2019 18:48	-4,45	02/01/2019 20:21	-4,78	02/01/2019 21:36	-4,45	02/01/2019 22:48	-4,65
02/01/2019 17:24	-4,54	02/01/2019 18:51	-4,34	02/01/2019 20:24	-4,99	02/01/2019 21:39	-4,67	02/01/2019 22:51	-4,42
02/01/2019 17:30	-4,82	02/01/2019 18:57	-4,18	02/01/2019 20:30	-4,83	02/01/2019 21:45	-4,52	02/01/2019 22:57	-3,96

Date	72TIC0007	Date	72TIC0007
02/01/2019 23:06	-4,7	03/01/2019 00:30	-5,38
02/01/2019 23:09	-4,58	03/01/2019 00:33	-5,33
02/01/2019 23:12	-4,49	03/01/2019 00:36	-4,86
02/01/2019 23:15	-4,39	03/01/2019 00:39	-4,47
02/01/2019 23:18	-4,2	03/01/2019 00:42	-4,04
02/01/2019 23:21	-3,92	03/01/2019 00:45	-3,89
02/01/2019 23:24	-3,71	03/01/2019 00:48	-4,29
02/01/2019 23:27	-3,67	03/01/2019 00:51	-4,71
02/01/2019 23:30	-4,41	03/01/2019 00:54	-4,68
02/01/2019 23:33	-4,56	03/01/2019 00:57	-4,97
02/01/2019 23:36	-4,38	03/01/2019 01:00	-4,94
02/01/2019 23:39	-4,45	03/01/2019 01:03	-4,72
02/01/2019 23:42	-4,44	03/01/2019 01:06	-4,4
02/01/2019 23:45	-4,23	03/01/2019 01:09	-4,06
02/01/2019 23:48	-3,96	03/01/2019 01:12	-4
02/01/2019 23:51	-3,8	03/01/2019 01:15	-3,83
02/01/2019 23:54	-3,98	03/01/2019 01:18	-3,85
02/01/2019 23:57	-4,06	03/01/2019 01:21	-4,04
03/01/2019 00 :00	-4,79	03/01/2019 01:24	-4,16
03/01/2019 00:03	-4,85	03/01/2019 01:27	-4,61
03/01/2019 00:06	-4,67	03/01/2019 01:30	-4,58
03/01/2019 00:09	-5,03	03/01/2019 01:33	-4,53
03/01/2019 00:12	-4,74	03/01/2019 01:36	-4,07
03/01/2019 00:15	-4,52	03/01/2019 01:39	-4,24

Tableau 3 : Variation des différents paramètres influent sur la section durant le mois décembre 2016.

Date	72TIC 0007	17FI002 7	17FIC00 38.	72LIC0002.	72PIC0004 .PV	72PIC0004 .SP	72PIC0018 .PV	72FIC000 3.
04/12/2018 09:15	-7,22	32,61	2,44	36,65	1,76	2,47	2,22	28,13
04/12/2018 09:39	-11,99	38,16	27,2	34,94	2,31	2,59	2,76	27,95
04/12/2018 10:20	-7,84	34,72	2,2	31,99	2,81	2,78	2	22,23
04/12/2018 11:05	-4,67	48,71	12,87	27,29	2,96	3	2,7	73,29
04/12/2018 12:00	-6,05	31,83	3,6	19,35	2,74	2,72	2,09	83,68
04/12/2018 12:41	-3,11	41,95	9,6	21,2	3,07	2,48	3,28	118,55
04/12/2018 13:35	-3,06	24,73	4,89	23,65	2,99	2,17	3,2	122,8
04/12/2018 14:38	-3,33	28,49	8,45	26,48	1,56	1,81	1,93	133,52
04/12/2018 15:54	-6,43	44,25	7,03	29,9	1,82	1,38	3,4	27,13
04/12/2018 16:20	-12,53	30,27	6,99	28,98	1,99	1,37	1,12	28,15
04/12/2018 17:42	-8,78	32,23	7,27	23,64	2,78	1,5	3,37	36,35
04/12/2018 19:04	-3,8	41,2	5,87	18,3	3,01	1,63	2,18	133,93
04/12/2018 20:37	-1,81	62,48	15,43	12,26	2,07	1,78	2,02	132,93
05/12/2018 00:36	-2,24	54,02	15,98	0,51	1,94	2,06	2,06	133,59
05/12/2018 02:52	-2,42	36,61	7,52	0,5	1,86	1,92	1,75	133,6
05/12/2018 08:00	-3,93	34,78	8,02	0,29	1,87	1,58	2,31	132,58
05/12/2018 11:02	-4,15	41,11	10,94	0,62	2,08	2,04	2,62	134,15
05/12/2018 13:08	-4,12	31,99	10,04	1,33	2,16	2,54	2,67	133,51
05/12/2018 17:54	-4,22	31,9	10,01	0,9	2,17	1,81	2,67	133,51
05/12/2018 21:09	-3,68	31,85	9,99	0,47	2,17	1,3	2,67	133,51
05/12/2018 22:42	-3,89	31,82	9,98	0,26	2,17	1,06	2,67	133,51
06/12/2018 00:13	-4,3	31,79	9,97	0,06	2,17	0,82	2,67	133,51
06/12/2018 01:44	-4,25	31,77	9,96	-0,04	2,17	0,75	2,67	133,51
06/12/2018 06:02	-3,96	31,69	9,94	0,52	2,18	1,56	2,68	133,51
06/12/2018 10:00	-4,33	31,62	9,92	0,55	2,18	1,67	2,68	133,51
06/12/2018 10:02	-4,47	31,62	9,92	0,55	2,18	1,67	2,68	133,51
06/12/2018 15:14	-4,74	31,52	9,89	0,44	2,18	1,57	2,68	133,51
06/12/2018 16:21	-4,01	31,51	9,88	0,42	2,18	1,55	2,68	133,51

Date	72TIC 0007	17FI002 7	17FIC00 38.	72LIC0002.	72PIC0004 .PV	72PIC0004 .SP	72PIC0018 .PV	72FIC000 3.
06/12/2018 18:03	-5,04	31,47	9,87	0,39	2,19	1,51	2,68	133,51
06/12/2018 19:19	-9,23	31,45	9,86	0,36	2,19	1,49	2,68	133,51
06/12/2018 19:21	-8,7	31,45	9,86	0,36	2,19	1,49	2,68	133,51
06/12/2018 19:23	-8,31	31,45	9,86	0,36	2,19	1,49	2,68	133,51
06/12/2018 19:25	-8,07	31,45	9,86	0,36	2,19	1,49	2,68	133,51
06/12/2018 19:58	-6,79	31,44	9,86	0,35	2,19	1,47	2,68	133,51
06/12/2018 20:28	-8	31,43	9,85	0,34	2,19	1,46	2,68	133,51
06/12/2018 20:30	-7,98	31,43	9,85	0,34	2,19	1,46	2,68	133,51
06/12/2018 21:42	-6,79	31,41	9,85	0,31	2,19	1,44	2,68	133,51
06/12/2018 23:13	-5,74	31,38	9,84	0,28	2,19	1,41	2,68	133,51
07/12/2018 00:27	-2,68	31,36	9,83	0,26	2,19	1,39	2,68	133,51
07/12/2018 03:26	-3,3	31,31	9,81	0,3	2,19	1,39	2,68	133,51
07/12/2018 06:05	-2,96	31,26	9,8	0,32	2,2	1,66	2,68	133,51
07/12/2018 09:15	-4,6	31,2	9,78	0,47	2,2	2,18	2,69	133,51
07/12/2018 12:52	-3,5	31,14	9,76	0,54	2,2	2,35	2,69	133,51
07/12/2018 15:00	-3,92	31,1	9,75	0,54	2,2	2,26	2,69	133,51
07/12/2018 17:16	-3,7	31,06	9,73	0,53	2,2	2,17	2,69	133,51
07/12/2018 17:18	-3,92	31,06	9,73	0,53	2,2	2,17	2,69	133,51
07/12/2018 20:01	-4,89	31,01	9,72	0,52	2,21	2,07	2,69	133,51
08/12/2018 03:51	-2,81	30,87	9,67	0,51	2,21	1,76	2,69	133,51
08/12/2018 07:06	-4,46	30,82	9,65	0,25	2,21	1,43	2,69	133,51
08/12/2018 11:37	-4,14	30,74	9,62	0,45	2,22	1,95	2,7	133,51
08/12/2018 14:24	-8,46	30,69	9,61	0,57	2,22	2,27	2,7	133,51
08/12/2018 15:09	-9,94	30,67	9,6	0,6	2,22	2,35	2,7	133,51
08/12/2018 16:36	-2,64	30,65	9,59	0,29	2,22	1,66	2,7	133,51
08/12/2018 19:49	-3,77	30,59	9,58	0,21	2,22	1,3	2,7	133,51
09/12/2018 00:00	-3,73	30,52	9,55	0,17	2,23	1,23	2,7	133,51
09/12/2018 08:25	-7,51	30,37	9,5	1,46	2,23	2,34	2,7	133,51
09/12/2018 11:27	-9,54	30,31	9,48	10,75	2,24	2,25	2,71	133,51
09/12/2018 12:38	-8,22	30,29	9,48	14,4	2,24	2,21	2,71	133,51
09/12/2018 15:25	-5,36	30,24	9,46	22,91	2,24	2,12	2,71	133,51
09/12/2018 21:12	-0,78	30,14	9,43	40,61	2,24	1,94	2,71	133,51
10/12/2018 01:54	1,07	30,06	9,4	54,99	2,25	1,79	2,71	133,51
10/12/2018 05:41	2,24	29,99	9,38	66,6	2,25	1,67	2,71	133,51
10/12/2018 09:46	-4,91	29,92	9,35	83,24	2,25	1,52	2,72	133,51
10/12/2018 13:14	-19,98	29,85	9,33	83,09	2,26	1,69	2,72	133,51
10/12/2018 18:00	-5,13	29,77	9,3	82,99	2,26	2,06	2,72	133,51
10/12/2018 23:36	-1,18	29,67	9,27	66,54	2,26	2,41	2,72	133,51
11/12/2018 23 :44	-18,08	29,66	9,27	64,28	2,27	2,43	2,72	133,51
11/12/2018 00:54	-18,97	29,65	9,26	59,15	2,27	2,48	2,72	133,51
11/12/2018 02:36	-8,17	29,62	9,25	49,49	2,27	2,56	2,72	133,51
11/12/2018 03:36	-10,87	29,6	9,25	43,74	2,27	2,62	2,72	133,51
11/12/2018 05:31	-12,27	29,56	9,24	32,86	2,27	2,71	2,72	133,51

Date	72TIC 0007	17FI002 7	17FIC00 38.	72LIC0002.	72PIC0004 .PV	72PIC0004 .SP	72PIC0018 .PV	72FIC000 3.
11/12/2018 06:36	-8,16	29,55	9,23	26,69	2,27	2,77	2,72	133,51
11/12/2018 07:45	-8,08	29,52	9,22	20,12	2,27	2,83	2,72	133,51
11/12/2018 09:32	-8,66	29,49	9,21	10,06	2,27	2,92	2,72	133,51
11/12/2018 11:07	-3,25	29,47	9,2	1,24	2,27	2,9	2,73	133,51
11/12/2018 20:32	-3,61	29,3	9,15	0,7	2,28	2,18	2,73	133,51
11/12/2018 23:32	-4,07	29,24	9,13	0,73	2,28	2,23	2,73	133,51
12/12/2018 01:16	-3,6	29,21	9,12	0,75	2,28	2,27	2,73	133,51
12/12/2018 06:30	-4,56	29,12	9,09	0,82	2,29	2,37	2,73	133,51
12/12/2018 09:32	-4,28	29,07	9,07	0,85	2,29	2,43	2,73	133,51
12/12/2018 14:23	-4,83	28,98	9,04	0,8	2,29	2,86	2,74	133,51
13/12/2018 09:03	-5,12	28,65	8,93	0,67	2,31	2,46	2,74	133,51
13/12/2018 15:26	-4,81	28,53	8,89	0,79	2,31	2,93	2,75	133,51
13/12/2018 18:44	-5,08	28,48	8,87	14,25	2,32	2,91	2,75	133,51
13/12/2018 19:53	-4,98	28,46	8,87	13,21	2,32	2,88	2,75	133,51
14/12/2018 03:43	-4,52	28,32	8,82	6,12	2,32	2,71	2,75	133,51
14/12/2018 06:32	-4,66	28,27	8,8	3,57	2,33	2,64	2,75	133,51
14/12/2018 18:21	-4,14	28,06	8,74	0,92	2,34	2,95	2,76	133,51
14/12/2018 20:41	-4,08	28,01	8,72	0,9	2,34	2,95	2,76	133,51
14/12/2018 23:17	-4,01	27,97	8,71	0,87	2,34	2,95	2,76	133,51
15/12/2018 02:19	-4,23	27,91	8,69	0,84	2,34	2,95	2,76	133,51
15/12/2018 09:09	-4,66	27,79	8,65	0,77	2,35	2,95	2,76	133,51
15/12/2018 17:10	-4,11	27,65	8,6	0,51	2,35	2,08	2,77	133,51
15/12/2018 19:48	-3,57	27,6	8,59	0,48	2,35	2,13	2,77	133,51
15/12/2018 22:33	-4,28	27,56	8,57	0,53	2,36	2,11	2,77	133,51
16/12/2018 04:04	-3,55	27,46	8,54	0,59	2,36	2,18	2,77	133,51
16/12/2018 10:34	-4,64	27,34	8,5	0,66	2,37	2,25	2,77	133,51
16/12/2018 14:15	-3,84	27,28	8,48	0,69	2,37	2,3	2,77	133,51
16/12/2018 19:16	-3,61	27,19	8,45	0,74	2,37	2,35	2,78	133,51
16/12/2018 23:30	-4,22	27,11	8,42	0,54	2,38	2,33	2,78	133,51
17/12/2018 00:26	-3,72	27,1	8,42	0,53	2,38	2,3	2,78	133,51
17/12/2018 05:56	-3,65	27	8,38	0,51	2,38	2,18	2,78	133,51
17/12/2018 11:18	-3,63	26,9	8,35	0,59	2,39	2,33	2,78	133,51
17/12/2018 17:18	-4,38	26,8	8,32	0,52	2,39	2,32	2,78	133,51
17/12/2018 20:40	-4,63	26,74	8,3	0,49	2,39	2,31	2,79	133,51
17/12/2018 23:29	-5,17	26,69	8,28	0,71	2,4	2,96	2,79	133,51
18/12/2018 02:33	-5,59	26,63	8,26	0,76	2,4	2,87	2,79	133,51
18/12/2018 10:58	-5,91	26,48	8,21	0,8	2,4	2,86	2,79	133,51
18/12/2018 17:43	-4,07	26,36	8,17	0,54	2,41	2,58	2,79	133,51
18/12/2018 19:40	-4,12	26,33	8,16	0,47	2,41	2,5	2,8	133,51
18/12/2018 23:01	-4,17	26,27	8,14	0,35	2,41	2,36	2,8	133,51
19/12/2018 01:50	-4,47	26,22	8,13	0,59	2,42	2,52	2,8	133,51
19/12/2018 13:24	-4,07	26,01	8,06	-0,07	2,42	1,02	2,8	133,51
19/12/2018 13:26	-4,36	26,01	8,06	-0,07	2,42	1,02	2,8	133,51

Date	72TIC 0007	17FI002 7	17FIC00 38.	72LIC0002.	72PIC0004 .PV	72PIC0004 .SP	72PIC001 8.PV	72FIC0003 .
19/12/2018 15:31	-4,46	25,97	8,04	-0,02	2,43	0,8	2,8	133,51
19/12/2018 18:59	-4,29	25,91	8,02	0,11	2,43	0,82	2,8	133,51
20/12/2018 01:10	-3,31	25,8	7,99	0,14	2,43	0,91	2,81	133,51
20/12/2018 03:29	-4,45	25,76	7,97	0,07	2,44	0,89	2,81	133,51
20/12/2018 05:13	-8,67	25,73	7,96	0,14	2,44	1,31	2,81	133,51
20/12/2018 07:46	-7,64	25,68	7,95	0,27	2,44	2,01	2,81	133,51
20/12/2018 10:38	-4,93	25,63	7,93	0,13	2,44	0,94	2,81	133,51
20/12/2018 14:21	-4,69	25,57	7,91	0,2	2,44	1,04	2,81	133,51
20/12/2018 17:21	-4,17	25,51	7,89	0,25	2,45	1,13	2,81	133,51
20/12/2018 21:41	-2,83	25,44	7,87	0,33	2,45	1,25	2,82	133,51
20/12/2018 23:48	-3,1	25,4	7,85	0,37	2,45	1,31	2,82	133,51
21/12/2018 02:27	-4,43	25,35	7,84	0,42	2,45	1,38	2,82	133,51
21/12/2018 06:14	-2,68	25,29	7,82	0,49	2,46	1,49	2,82	133,51
21/12/2018 07:17	-8,39	25,27	7,81	0,51	2,46	1,52	2,82	133,51
21/12/2018 08:07	-7,17	25,25	7,81	0,52	2,46	1,54	2,82	133,51
21/12/2018 10:25	-4,95	25,21	7,79	1,24	2,46	1,54	2,82	133,51
21/12/2018 13:14	-2,9	25,16	7,78	7,28	2,46	1,52	2,82	133,51
21/12/2018 15:33	-8,01	25,12	7,76	21,97	2,46	1,79	2,82	133,51
21/12/2018 16:27	-8,19	25,1	7,76	27,71	2,46	1,89	2,82	133,51
21/12/2018 18:20	-9,09	25,07	7,75	39,66	2,47	2,11	2,82	133,51
21/12/2018 22:05	-4,37	25	7,72	48,22	2,47	2,34	2,83	133,51
22/12/2018 03:04	-3,55	24,92	7,69	30,39	2,47	2,25	2,83	133,51
22/12/2018 18:42	-3,6	24,64	7,6	10,2	2,48	2,13	2,83	133,51
22/12/2018 23:22	-3,61	24,55	7,57	22,07	2,49	2,08	2,84	133,51
23/12/2018 02:33	-3,62	24,5	7,56	30,17	2,49	2,05	2,84	133,51
23/12/2018 11:04	-3,64	24,35	7,51	51,9	2,5	1,97	2,84	133,51
23/12/2018 15:48	-3,66	24,26	7,48	49,26	2,5	1,9	2,84	133,51
23/12/2018 19:24	-3,67	24,2	7,46	33,66	2,5	1,7	2,84	133,51
24/12/2018 14:20	-3,72	23,86	7,34	0,93	2,52	1,96	2,85	133,51
24/12/2018 17:48	-3,73	23,8	7,32	0,44	2,52	2,02	2,85	133,51
25/12/2018 14:55	-3,79	23,42	7,2	0,95	2,54	2,66	2,86	133,51
25/12/2018 22:00	-3,81	23,3	7,16	0,81	2,54	2,63	2,86	133,51
26/12/2018 16:42	-3,86	22,97	7,05	0,75	2,56	2,87	2,87	133,51
26/12/2018 19:12	-3,87	22,92	7,03	0,79	2,56	2,78	2,87	133,51
26/12/2018 21:39	-3,88	22,88	7,02	0,74	2,56	2,69	2,87	133,51
27/12/2018 05:31	-3,9	22,74	6,97	0,74	2,57	2,61	2,88	133,51
27/12/2018 10:59	-3,92	22,64	6,94	47,36	2,57	3	2,88	133,51
28/12/2018 03:11	-3,96	22,35	6,84	46,39	2,58	2,99	2,88	133,51
28/12/2018 05:45	-3,97	22,31	6,83	49,6	2,59	2,99	2,89	133,51
28/12/2018 13:55	-3,99	22,16	6,78	44,14	2,59	2,98	2,89	133,51
28/12/2018 13:57	-3,99	22,16	6,78	48,85	2,59	2,98	2,89	133,51
28/12/2018 13:59	-3,99	22,16	6,78	45,44	2,59	2,96	2,89	133,51
28/12/2018 14:01	-3,99	22,16	6,78	40,2	2,59	2,96	2,89	133,51

Date	72TIC	17FI002	17FIC00	72LIC0002.	72PIC0004	72PIC0004	72PIC001	72FIC0003
28/12/2018 20:01	-4,01	22,05	6,75	0,67	2,6	2,18	2,89	133,51
28/12/2018 23:33	-4,02	21,99	6,72	0,85	2,6	2,65	2,89	133,51
29/12/2018 02:29	-4,03	21,94	6,71	0,77	2,6	2,47	2,89	133,51
29/12/2018 11:41	-4,05	21,78	6,65	16,21	2,61	3	2,9	133,51
29/12/2018 15:22	-4,07	21,71	6,63	41,59	2,61	2,98	2,9	133,51
29/12/2018 20:26	-4,08	21,62	6,6	0,89	2,62	2,77	2,9	133,51
30/12/2018 00:22	-4,09	21,55	6,58	34,19	2,62	3	2,9	133,51
30/12/2018 12:56	-4,13	21,33	6,5	43	2,63	2,99	2,91	133,51
30/12/2018 17:31	-4,14	21,25	6,48	1	2,63	2,92	2,91	133,51
30/12/2018 19:24	-4,14	21,21	6,47	0,96	2,63	2,83	2,91	133,51

Tableau 4 : Variation des différents paramètres influent sur la section durant le mois juin 2016.

Date	72TIC 0007	17FI00 27	17FIC00 38	72LIC00 02	72PIC00 04	72PIC00 04	72PIC000 8	72PIC0008. SP	72LIC00 08	72PIC00 18	72FIC00 03	72TI00 08	72TI00 05
01/06/2018 06:00	-4,5	32,5	9,1	1,01	2,8	2,88	4,84	4,8	48,75	2,71	-0,2	19,06	20,68
01/06/2018 08:07	-3,98	30,16	8,53	1,19	2,58	2,55	4,96	4,8	38,98	2,75	-0,19	19,62	20,76
01/06/2018 10:38	-4,5	33,57	10,98	16,22	2,99	2,91	5,16	4,97	6,22	3,33	-0,2	25,37	25,94
01/06/2018 14:21	-5,3	31,12	8,53	19,16	2,85	2,88	5,01	5	52,75	2,78	-0,17	24,49	24,37
01/06/2018 16:38	-5,21	32,66	8,32	6,1	2,85	3	5,13	5	35,44	2,58	-0,19	24,21	23,49
01/06/2018 22:47	-3,95	41,01	8,44	1,19	3	3	5,02	5	18,85	3,16	-0,17	22,91	24,88
02/06/2018 05:08	-5,1	7,65	20,18	-0,02	1,83	2,77	6,92	5	10,73	2,32	-0,21	21,65	18,78
02/06/2018 05:25	-10,03	57,28	15,83	3	2,31	3	8,96	5	18	2,56	-0,2	20,82	19,59
02/06/2018 05:34	-8,24	49,66	2,53	2,36	2,34	2,68	2,33	5	51,38	2,73	-0,21	13,46	19,83
02/06/2018 06:14	-6,66	38,56	2,53	7,43	2,53	2,69	1,63	5	28,37	2,94	-0,19	7,37	15,66
02/06/2018 06:56	-8,6	26,22	2,42	14,2	2,6	3	10,27	5	54,5	2,55	-0,18	20,13	13,81
02/06/2018 07:28	-8,06	36,98	10	6,56	2,67	2,99	5,69	5	39,82	2,6	-0,2	13,4	18,58
02/06/2018 08:24	-18,61	38,67	6,74	50,51	1,8	2,99	1,9	5,02	47,96	2,6	35,79	20,79	22,43
02/06/2018 11:04	-3,66	32,85	2,56	54,5	3	2,99	2,55	5,18	44,69	3,97	-0,19	16,95	24,28
02/06/2018 17:58	-4,17	20,27	2,45	55,95	2,96	3	2,71	5,5	14,54	3,82	-0,2	22,12	24,64
02/06/2018 21:48	-4,08	54,76	9,28	61,37	3,02	3	5,55	5,5	26,85	4,33	-0,2	22,03	23,16
02/06/2018 23:10	-3,42	41,34	5,79	66,11	3	3	6,11	5,5	23,59	4,09	-0,17	21,72	19,9

Annexe B

Tableau 5 : Variation des différents paramètres influent sur la section durant le mois janvier 2017.

Date	72TIC 0007	17FI00 27	17FIC0 038	72LIC00 02	72PIC00 04	72PIC00 04	72PIC000 8	72PIC0008. SP	72LIC00 08	72PIC00 18	72FIC00 03	72TI00 08	72TI00 05
03/06/2018 03:54	-5,6	36,64	2,47	63,01	2,96	3	5,01	5,5	50,95	3,89	-0,2	21,06	21,8
03/06/2018 12:49	-3,17	50,64	6,94	62,75	2,92	2,99	5,85	5,5	47,4	4,14	-0,17	26,49	24,35
03/06/2018 16:32	-3,81	42,29	4,84	54,96	2,98	2,97	5,23	5,5	49,13	4,7	-0,18	28,96	29,16
03/06/2018 22:02	-6,96	37,24	13,66	54,97	1,89	2,15	6,4	5,5	31,33	3,61	-0,19	19,74	23,19
04/06/2018 01:52	-3,94	40,5	2,61	91,67	2,4	3	3,99	4,5	48,15	3,64	-0,2	16,49	21,85
04/06/2018 08:50	-3,97	54,86	9,18	91,22	2,34	3	3,97	4,5	21,15	3,63	-0,2	24,5	26,23
04/06/2018 17:02	-4,54	50,14	11,32	69,6	2,27	3	3,93	5	42,54	3,62	-0,2	27,93	30,86
04/06/2018 22:26	-3,71	26,82	2,45	21,18	2,22	2,33	3,91	5,5	0,8	3,61	-0,2	0,41	23,59
05/06/2018 03:36	-5,34	9,33	2,48	1,08	2,18	2,33	3,89	5	0,9	3,6	-0,2	11,85	19,23
05/06/2018 09:56	-3,97	19,15	2,41	52,37	2,12	3	3,87	4	22,39	3,59	-0,2	15,97	22,88
05/06/2018 13:01	-3,52	19,58	9,91	33,18	2,09	3	3,85	4	22,35	3,59	-0,2	14,48	21,49
05/06/2018 17:09	-4,32	19,46	9,82	3,47	2,06	3	3,84	4	39,85	3,58	-0,2	24,76	24,16
05/06/2018 22:16	-5,11	19,32	9,72	18,69	2,01	3	3,82	5,5	1,05	3,57	-0,2	20,7	20,95
06/06/2018 02:09	-7,81	19,21	9,64	1,1	1,98	3	3,8	5,5	1,02	3,57	-0,2	20,23	20,34
06/06/2018 06:17	-4,92	19,09	9,55	13,72	1,95	3	3,79	5,5	7,11	3,56	-0,2	17,96	18,77
06/06/2018 08:01	-8,01	19,04	9,51	6,44	1,93	3	3,78	5,5	33,59	3,56	-0,2	13,83	18,07
06/06/2018 11:38	-4,05	18,94	9,44	1,06	1,9	3	3,76	5,5	29,97	3,55	-0,2	28,27	25,91

06/06/2018 14:24	-4,6	18,86	9,38	45,89	1,88	3	3,75	5,5	30,04	3,55	-0,2	25,11	24,79
06/06/2018 18:36	-4,14	18,74	9,29	61,13	1,84	3	3,74	5,5	36,7	3,54	-0,2	24,02	24,47
06/06/2018 20:42	-4,37	18,68	9,25	52,59	1,82	3	3,73	5,5	44,84	3,54	-0,2	22,3	23,53
07/06/2018 01:58	-5,66	18,53	9,14	32,86	1,78	3	3,71	5,5	18,16	3,53	-0,2	5,16	16,77
07/06/2018 08:32	-4,59	18,35	9	12,54	1,72	3	3,68	5,5	7,22	3,52	-0,2	0,42	12,9
07/06/2018 11:18	-4,03	18,27	8,94	4	1,69	3	3,67	5,5	2,62	3,52	-0,2	0,89	15,95
07/06/2018 13:41	-3,51	18,2	8,89	1,3	1,67	2,92	3,66	5,5	3,85	3,52	-0,2	1,3	21,36
07/06/2018 19:23	1,55	18,04	8,77	81	1,63	0	3,64	5,5	26,39	3,51	-0,2	2,8	17,97
07/06/2018 21:55	2,85	17,97	8,72	83,91	1,6	0	3,63	5,5	18,53	3,5	-0,2	4,15	18,3
08/06/2018 00:32	-14,89	17,89	8,66	100,06	1,58	2,9	3,62	5,5	48,26	3,5	-0,2	15,08	16,34
08/06/2018 02:44	-20	17,83	8,62	94,06	1,56	3	3,61	5,5	44,71	3,5	-0,2	9,45	16,09
08/06/2018 04:33	-8,02	17,78	8,58	88,19	1,55	3	3,6	5,5	44,16	3,49	-0,2	16,27	16,95
08/06/2018 05:42	-6,9	17,75	8,55	84,53	1,54	3	3,6	5,5	43,82	3,49	-0,2	8,92	14,52
08/06/2018 07:24	-4,85	17,7	8,52	79,01	1,52	3	3,59	5,5	43,31	3,49	-0,2	6,58	14,18
08/06/2018 09:33	-3,25	17,64	8,47	72,1	1,5	3	3,58	5,5	42,66	3,49	-0,2	13,51	20,63
08/06/2018 10:42	-4,58	17,61	8,45	68,44	1,49	3	3,58	5,5	42,32	3,48	-0,2	27,99	27,49
08/06/2018 18:03	-4,03	17,4	8,29	42,62	1,43	3	3,55	5,5	31,28	3,47	-0,2	24,44	24,64
08/06/2018 20:45	-4,44	17,32	8,24	47,25	1,41	3	3,54	5,5	7,91	3,47	-0,2	23,03	23,37
09/06/2018 00:07	-4,44	17,23	8,17	50,99	1,38	3	3,52	5,5	31,62	3,46	-0,2	22,44	23,52

Date	72TIC 0007	17FI00 27	17FIC0 038	72LIC00 02	72PIC00 04	72PIC00 04	72PIC000 8	72PIC0008. SP	72LIC00 08	72PIC00 18	72FIC00 03	72TI00 08	72TI00 05
09/06/2018 07:35	-4,42	17,02	8,01	50,23	1,31	3	3,49	5,5	35,95	3,45	-0,2	20,28	21,27
09/06/2018 10:39	-4,2	16,93	7,95	45,53	1,29	3	3,48	5,5	45,61	3,45	-0,2	22,95	26,85
09/06/2018 13:40	-2,18	16,84	7,88	58,69	1,26	3	3,47	5,5	31,38	3,44	-0,2	8,06	18,54
09/06/2018 16:24	-20	16,77	7,83	76,26	1,24	3	3,46	5,5	21,04	3,44	-0,2	6,19	22,59
09/06/2018 18:32	-18,14	16,71	7,78	89,99	1,22	3	3,45	5,5	12,97	3,44	-0,2	5,12	21,91
09/06/2018 20:21	-14,5	16,65	7,74	80,24	1,2	3	3,44	5,5	1,5	3,43	-0,2	5,37	20,77
10/06/2018 01:04	-8,35	16,52	7,64	82,61	1,16	3	3,42	5,5	1,49	3,43	-0,2	5,77	17,61
10/06/2018 05:29	-20	16,4	7,55	82,49	1,12	2,38	3,41	5,5	23,09	3,42	-0,2	4,61	19,18
10/06/2018 08:55	-9,89	16,3	7,48	83,11	1,09	1,83	3,39	5,5	22,34	3,42	-0,2	8,03	20,74
10/06/2018 13:12	6,04	16,18	7,39	83,88	1,06	1,15	3,37	5,5	21,39	3,41	-0,2	15,16	31,5
10/06/2018 14:30	6,78	16,14	7,36	84,12	1,05	0,94	3,37	5,5	21,11	3,41	-0,2	14,53	31,48
10/06/2018 22:14	-20	15,92	7,2	99,82	0,98	2,55	3,34	5,5	6,77	3,4	-0,2	17,24	25,36
11/06/2018 00:42	-12,81	15,85	7,15	92,47	0,96	2,54	3,33	5,5	8,22	3,39	-0,2	19,36	22,84
11/06/2018 03:55	-7,08	15,76	7,08	91,48	0,93	2,39	3,32	5,5	6,02	3,39	-0,2	19,94	22,63
11/06/2018 06:31	-3,91	15,69	7,03	87,18	0,91	1,46	3,31	5,5	4,24	3,38	-0,2	19,5	22,57
11/06/2018 09:47	-0,47	15,59	6,96	81,77	0,88	0,3	3,29	5,5	2	3,38	-0,2	21,55	23,55
11/06/2018 12:39	2,94	15,51	6,9	81,02	0,85	0,45	3,28	5,5	5,33	3,37	-0,2	22,72	25,59
11/06/2018 16:29	7,63	15,4	6,82	84,64	0,82	1,35	3,27	5,5	13,72	3,37	-0,2	23,68	27,03

Date	72TIC 0007	17FI00 27	17FIC0 038	72LIC00 02	72PIC00 04	72PIC00 04	72PIC000 8	72PIC0008. SP	72LIC00 08	72PIC00 18	72FIC00 03	72TI00 08	72TI00 05
11/06/2018 19:21	-16,62	15,32	6,76	87,36	0,8	2,03	3,25	5,5	20,02	3,36	-0,2	23,62	25,6
11/06/2018 22:30	-10,89	15,23	6,69	90,18	0,77	1,95	3,24	5,5	1,48	3,36	-0,2	23,03	23,7
11/06/2018 23:45	-9,2	15,2	6,66	89,99	0,76	1,9	3,24	5,5	1,49	3,36	-0,2	22,41	23,21
12/06/2018 01:21	-7,23	15,15	6,63	90,98	0,74	1,83	3,23	5,5	1,47	3,35	-0,2	21,94	22,57
12/06/2018 02:13	-6,21	15,13	6,61	90,15	0,74	1,83	3,23	5,5	1,55	3,35	-0,2	21,61	22,35
12/06/2018 04:54	-8,23	15,05	6,56	76,21	0,71	2,44	3,22	5,5	18,79	3,35	-0,2	21,77	21,44
12/06/2018 12:06	-4,25	14,85	6,4	50,38	0,65	3	3,19	5,05	38,46	3,34	-0,2	26,8	25,21
12/06/2018 14:22	-4,35	14,78	6,36	48,69	0,63	3	3,18	5	42,03	3,34	-0,2	27,18	26,81
12/06/2018 17:47	-0,95	14,69	6,28	49,57	0,6	3	3,16	5	22,93	3,33	-0,2	25,42	25,78
12/06/2018 19:48	-4,26	14,63	6,24	48,81	0,58	3	3,16	5	15,71	3,33	-0,2	24,14	23,92
13/06/2018 04:13	-6,54	14,39	6,07	62,71	0,51	1,22	3,12	5	49,81	3,31	-0,2	20,44	20,28
13/06/2018 08:17	-4,62	14,28	5,98	56,64	0,48	2,37	3,11	5	35,83	3,31	-0,2	11,83	14,02
13/06/2018 09:55	-8,95	14,23	5,95	46,44	0,46	2,37	3,1	5	27,19	3,31	-0,2	31,27	34,09
13/06/2018 12:35	-1,26	14,16	5,89	29,66	0,44	2,36	3,09	5	12,97	3,3	-0,2	2,16	29,06
13/06/2018 14:53	-8,05	14,09	5,84	15,26	0,42	2,36	3,08	5	0,77	3,3	-0,2	0	27,2
13/06/2018 19:18	-14,99	13,96	5,75	2,55	0,38	1,68	3,06	5	0,35	3,29	-0,2	0	29,52
13/06/2018 22:09	-8,2	13,88	5,69	1,73	0,36	1,5	3,05	5	0,33	3,29	-0,2	0	29,3
14/06/2018 02:28	-1,81	13,76	5,6	0,5	0,32	1,22	3,03	5	0,28	3,28	-0,2	0	23,08

Date	72TIC 0007	17FI00 27	17FIC0 038	72LIC00 02	72PIC00 04	72PIC00 04	72PIC000 8	72PIC0008. SP	72LIC00 08	72PIC00 18	72FIC00 03	72TI00 08	72TI00 05
14/06/2018 08:17	-17,56	13,6	5,48	62,56	0,27	1,96	3,01	5	0,5	3,27	-0,2	0	25,69
14/06/2018 08:40	-16,57	13,59	5,47	64,52	0,27	1,96	3,01	5	0,33	3,27	-0,2	0	26,25
14/06/2018 10:23	-12,2	13,54	5,43	62,53	0,25	1,83	3	5	0,33	3,27	-0,2	0	29,2
14/06/2018 13:02	-5,27	13,46	5,38	53,87	0,23	1,56	2,99	5	0,46	3,27	-0,2	0	31,01
14/06/2018 14:04	-3	13,43	5,36	50,51	0,22	1,45	2,99	5	0,52	3,26	-0,2	0	30,4
14/06/2018 16:09	1,35	13,37	5,31	43,68	0,2	1,23	2,98	5	0,62	3,26	-0,2	0	26,01
14/06/2018 18:02	-11,01	13,32	5,27	37,56	0,19	1,03	2,97	5	0,71	3,26	-0,2	0	29,58
14/06/2018 19:15	-8,28	13,29	5,25	33,61	0,17	0,91	2,97	5	0,77	3,26	-0,2	0	29,54
14/06/2018 22:59	-2,41	13,18	5,17	21,42	0,14	0,52	2,95	5	0,96	3,25	-0,2	0	28,29
15/06/2018 04:43	2,38	13,02	5,05	0,57	0,09	0	2,93	5	1,22	3,24	-0,2	2,9	26,37
15/06/2018 05:59	3,29	12,98	5,02	0,54	0,08	0	2,92	5	1,28	3,24	-0,2	5,89	25,95

Tableau 6 : Variation des différents paramètres influent sur la section durant le 11 janvier 2017.

Date	17FIC0038	17FIC00 27	72TIC000 7	72LIC000 2	72PIC000 4	72TI0008
11/01/2019 22:00	9,39	36,84	-4,42	0,5	1,62	13,41
11/01/2019 22:04	12,43	29,65	-4,51	0,57	1,64	13,47
11/01/2019 22:05	12,05	29,42	-4,51	0,58	1,63	13,47
11/01/2019 22:06	11,05	28,47	-4,6	0,53	1,71	13,5
11/01/2019 22:07	10,95	28,98	-4,65	0,51	1,72	13,51
11/01/2019 22:07	10,21	29,41	-4,65	0,54	1,71	13,5
11/01/2019 22:07	10,23	29,54	-4,65	0,57	1,71	13,5
11/01/2019 22:07	9,55	28,79	-4,65	0,6	1,69	13,5
11/01/2019 22:08	9,43	29,03	-4,65	0,63	1,67	13,5
11/01/2019 22:09	6,31	32,61	-4,47	0,56	1,62	13,52
11/01/2019 22:10	4,36	34,43	-4,43	0,57	1,59	13,53
11/01/2019 22:13	0,84	38,07	-4,15	0,32	1,52	13,53
11/01/2019 22:14	0,69	35,17	-4,22	0,21	1,55	13,55
11/01/2019 22:15	0,39	33,61	-4,2	0,27	1,55	13,55
11/01/2019 22:16	-0,04	32,46	-4,29	0,34	1,66	13,56
11/01/2019 22:19	-0,04	30,39	-4,38	0,47	1,54	13,57
11/01/2019 22:23	2,59	32,94	-3,91	0,32	1,41	13,57
11/01/2019 22:27	4,06	34,87	-4,46	0,25	1,6	13,61
11/01/2019 22:30	3,68	34,85	-4,35	0,49	1,41	13,62
11/01/2019 22:33	1,19	38,94	-4,05	0,45	1,32	13,6
11/01/2019 22:37	0,25	37,14	-4,31	0,48	1,49	13,59
11/01/2019 22:39	0,41	34,86	-4,62	0,6	1,45	13,55
11/01/2019 22:41	-0,04	33,62	-4,18	0,57	1,25	13,52
11/01/2019 22:42	0,43	34,26	-4,1	0,59	1,24	13,52
11/01/2019 22:44	3,64	35,65	-3,9	0,66	1,21	13,52
11/01/2019 22:45	4,12	36,22	-3,9	0,66	1,2	13,52
11/01/2019 22:48	7,1	34,47	-3,75	0,6	1,12	13,42
11/01/2019 22:54	0,41	35,38	-7,89	0,92	1,98	13,21

Date	17FIC0038	17FIC00 27	72TIC000 7	72LIC000 2	72PIC000 4	72TI0008
11/01/2019 22:57	0,7	34,83	-8,25	0,8	1,6	12,17
11/01/2019 23:01	4,88	32,38	-8,08	0,83	1,7	8,68
11/01/2019 23:08	8,91	36,07	-7,76	0,79	1,51	9,75
11/01/2019 23:14	2,76	37,45	-7,66	0,94	1,82	9,43
11/01/2019 23:20	9,84	41,66	-7,54	0,76	1,65	9,13
11/01/2019 23:26	10,77	40,26	-7,39	0,69	1,59	11,89
11/01/2019 23:30	6,69	43,7	-13,09	0,82	1,98	13,15
11/01/2019 23:30	6,36	43,79	-12,91	0,83	2	13,16
11/01/2019 23:30	6,48	43,76	-12,73	0,84	2,03	13,18
11/01/2019 23:31	5,98	43,31	-12,55	0,85	2,07	13,19
11/01/2019 23:31	6,13	43,7	-12,26	0,87	2,11	13,17
11/01/2019 23:31	5,81	43,75	-11,98	0,89	2,16	13,16
11/01/2019 23:31	5,76	42,73	-11,69	0,91	2,21	13,15
11/01/2019 23:32	5,79	42,67	-11,41	0,94	2,25	13,13
11/01/2019 23:32	5,67	42,97	-10,85	0,95	2,29	12,99
11/01/2019 23:32	5,47	42,33	-10,28	0,97	2,31	12,85
11/01/2019 23:32	5,42	41,67	-9,72	0,98	2,33	12,71
11/01/2019 23:34	5,93	39,4	-7,86	1,02	2,42	11,81
11/01/2019 23:35	6,76	36,59	-7,29	1,02	2,47	10,74
11/01/2019 23:37	8,41	31,51	-6,72	0,95	2,53	8,9
11/01/2019 23:39	9,92	28,35	-5,36	1,04	2,59	13,18
11/01/2019 23:40	10,1	28,31	-5,3	1,07	2,59	13,26
11/01/2019 23:42	10,68	29,23	-5,11	0,95	2,57	13,31
11/01/2019 23:44	10,37	31,37	-4,86	0,94	2,55	13,26
11/01/2019 23:46	8,04	30,25	-4,59	1,02	2,53	13,2
11/01/2019 23:49	3,42	27,12	-4,19	0,94	2,52	13,15
11/01/2019 23:50	3,09	26,97	-4,15	0,96	2,52	13,15
11/01/2019 23:55	0,2	27,48	-4,11	0,84	2,29	13,2

Tableau 6 : Variation des différents paramètres influent sur la section durant le 21 décembre 2016.

Date	17FIC0038	17FIC0027	72TIC0007	72LIC0002	72PIC0004	72TI0008
21/12/2018 07:17	21,78	31,41	-8,36	0,51	1,48	0
21/12/2018 07:23	13,62	38,31	-8,2	0,51	1,32	0
21/12/2018 07:28	8,78	57,39	-8	0,51	1,36	0
21/12/2018 10:15	7,48	26,98	-5,07	0,68	1,16	0
21/12/2018 11:27	-0,04	9,31	-4,17	0,33	1,14	0
21/12/2018 13:50	7,06	9,93	-2,51	11	0,24	0
21/12/2018 19:58	13,71	45,25	-14,74	50,09	2,07	14,34
21/12/2018 20:05	5,94	45,01	-10,11	50,78	2,54	14,88
21/12/2018 20:14	10,76	23,46	-6,48	51,78	2,91	16,54
21/12/2018 20:46	2,08	25,58	-2,68	52,97	3,07	16,52
21/12/2018 21:41	15,09	53,98	-4,22	49,66	3,05	15,38
21/12/2018 21:47	2,87	58,83	-3,9	49,32	3,07	15,19
21/12/2018 21:52	0,52	56,15	-4,17	48,99	3,05	15,17
21/12/2018 21:58	7,04	40,95	-4,3	48,65	3,01	15,18
21/12/2018 22:03	5,28	30,39	-4,46	48,38	2,98	15
21/12/2018 22:07	0,6	27,29	-4,41	48,09	2,97	14,95
21/12/2018 22:12	0,49	18,8	-4,59	47,81	2,93	14,93
21/12/2018 22:16	4,51	14,79	-4,45	47,59	2,94	14,97
21/12/2018 22:20	2,65	15,75	-4,39	47,32	2,94	14,86
21/12/2018 22:26	0,69	24,19	-4,32	47,01	2,93	14,77
21/12/2018 22:28	1,1	27,31	-4,26	46,89	2,94	14,76
21/12/2018 22:32	3,26	27,84	-4,1	46,63	2,94	14,76
21/12/2018 22:36	7,15	34,66	-4,24	46,4	2,92	14,66
21/12/2018 22:39	8,93	39,04	-3,91	46,22	2,97	14,53
21/12/2018 22:47	7,03	43,39	-3,7	45,75	2,94	14,39
21/12/2018 22:50	13,71	54,52	-3,28	45,56	3,04	14,33
21/12/2018 22:54	19,58	64	-3	45,34	2,99	14,25
21/12/2018 22:57	16,87	67,94	-3,16	45,16	2,88	14,27

Date	17FIC0038	17FIC0027	72TIC0007	72LIC0002	72PIC0004	72TI0008
21/12/2018 23:03	8,22	59,25	-3,36	44,8	2,77	14,3
21/12/2018 23:07	15,79	52,71	-3,16	44,53	2,71	14,38
21/12/2018 23:11	17,51	55,58	-3,3	44,28	2,68	14,41
21/12/2018 23:16	11,11	49,67	-3,27	44,03	2,6	14,42
21/12/2018 23:16	10,44	48,74	-3,27	44,01	2,6	14,41
21/12/2018 23:21	3,06	42	-3,76	43,7	2,63	14,4
21/12/2018 23:26	9,01	49,67	-3,5	43,4	2,59	14,44
21/12/2018 23:34	2,73	41	-4,2	42,92	2,63	14,39
21/12/2018 23:40	2,43	39,43	-3,96	42,56	2,64	14,4
21/12/2018 23:48	8,23	39,83	-3,61	42,09	2,55	14,28
21/12/2018 23:57	7,37	50,18	-3,85	41,57	2,57	14,13
22/12/2018 00:01	6,16	38,47	-4,53	41,33	2,66	14,08
22/12/2018 00:01	5,99	37,48	-4,52	41,31	2,66	14,08
22/12/2018 00:01	6,18	36,73	-4,52	41,3	2,65	14,08
22/12/2018 00:04	7,32	28,52	-4,31	41,12	2,6	14,03
22/12/2018 00:09	7,98	37,28	-4,04	40,82	2,59	13,9
22/12/2018 00:10	7,67	37,25	-4,02	40,81	2,58	13,89
22/12/2018 00:14	0,88	48,02	-3,72	40,52	2,58	13,81
22/12/2018 00:19	0,69	51,26	-3,79	40,24	2,58	13,78
22/12/2018 00:24	8,87	44,37	-3,78	39,97	2,52	13,76
22/12/2018 00:29	7,9	45,77	-3,64	39,66	2,51	13,48
22/12/2018 00:34	0,55	50,22	-4,02	39,35	2,5	13,43
22/12/2018 00:39	3,74	40,42	-3,75	39,06	2,47	13,38
22/12/2018 00:44	10,84	38,37	-3,7	38,76	2,41	13,21
22/12/2018 00:49	7,74	45,14	-3,84	38,47	2,43	13,09
22/12/2018 00:53	0,75	38,47	-4,26	38,2	2,44	13,05
22/12/2018 00:54	1,01	38,44	-4,23	38,18	2,45	13,05
22/12/2018 00:58	0,65	30,15	-3,98	37,91	2,43	13,04
22/12/2018 01:02	1,71	31,15	-3,71	37,69	2,41	13,05

Date	17FIC0038	17FIC0027	72TIC0007	72LIC0002	72PIC0004	72TI0008
22/12/2018 01:09	2,26	34,44	-3,5	37,27	2,3	12,96
22/12/2018 01:16	0,53	27,37	-3,53	36,87	2,24	12,96
22/12/2018 01:22	11,04	29,23	-3,5	36,5	2,17	12,85
22/12/2018 01:29	9,28	32,75	-3,66	36,05	2,13	12,75
22/12/2018 01:36	9,43	32,78	-4,01	35,65	2,13	12,75
22/12/2018 01:43	9,58	32,8	-3,8	35,25	2,13	12,58
22/12/2018 01:50	9,73	32,83	-3,82	34,84	2,14	12,59
22/12/2018 02:04	10,04	32,88	-4,21	33,99	2,14	12,61
22/12/2018 02:10	10,17	32,9	-4,21	33,64	2,14	12,69
22/12/2018 02:17	10,33	32,93	-4,38	33,22	2,14	12,85
22/12/2018 02:27	10,55	32,97	-3,75	32,61	2,14	12,92
22/12/2018 02:51	11,07	33,05	-4,25	31,21	2,15	12,64
22/12/2018 04:26	13,15	33,41	-5,04	25,54	2,17	12,07
22/12/2018 05:31	14,59	33,65	-4,82	21,64	2,18	12,18
22/12/2018 05:42	14,83	33,69	-3,9	21	2,18	12,17
22/12/2018 05:42	14,84	33,69	-3,87	20,98	2,18	12,17
22/12/2018 05:42	14,84	33,69	-3,84	20,97	2,18	12,17
22/12/2018 05:43	14,85	33,7	-3,81	20,95	2,18	12,17
22/12/2018 05:43	14,85	33,7	-3,78	20,94	2,18	12,17
22/12/2018 05:43	14,86	33,7	-3,75	20,92	2,18	12,16
22/12/2018 05:43	14,86	33,7	-3,71	20,91	2,18	12,16
22/12/2018 05:44	14,87	33,7	-3,68	20,89	2,18	12,15
22/12/2018 05:44	14,87	33,7	-3,67	20,88	2,18	12,15
22/12/2018 05:44	14,88	33,7	-3,65	20,86	2,18	12,15
22/12/2018 05:44	14,89	33,7	-3,64	20,85	2,18	12,15
22/12/2018 05:45	14,89	33,7	-3,63	20,83	2,18	12,15
22/12/2018 05:58	15,19	33,75	-4,54	20,03	2,19	12,15
22/12/2018 06:00	15,22	33,76	-4,64	19,94	2,19	12,17