



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 و التكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES



N° d'ordre : M2../GPM/2019

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADIMIQUE

Filière : Génie des procédés

Option: Génie des procédés des matériaux

Thème

**ETUDE DE PROBLEME DE FRIABILITE DES TAMIS
MOLECULAIRE DE LA SECTION DE DESHYDRATATION AU
NIVEAU DU GP2/Z**

Présenté par

1-BENZINA Souhila

2-BETTAHAR Khalid

Soutenu le 04/07/ 2019 devant le jury composé de :

Président :	BESSAHA F.	MCA	Université de Mostaganem
Examineur :	BENALIOUA B.	MCB	Université de Mostaganem
Rapporteur :	MEROUANI D R.	Pr	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2018/2019

Résumé

Le GPL est un mélange gazeux composé de C3 et C4 ; le complexe GP2/Z fractionne le GPL et fait l'expédition du gaz sous forme liquide dans les navires.

La zéolithe a une structure poreuse à différent diamètre de 8 atomes et 4 angströms. C'est l'un des absorbants les plus utilisés dans l'industrie pour ses propriétés et leur surface d'adsorption.

Le séchage du gaz via les tamis moléculaire au niveau du complexe GP2/Z consiste à ramener la teneur en eau dans le gaz d'alimentation de 100 à 5 ppm à la sortie des sécheurs, seulement à ce jour, le sécheur reçoit une teneur de 25ppm. Pour y remédier, les résultats de notre étude suggèrent une augmentation dans le temps d'adsorption, alors un gain énergétique en GN.et une durée de vie plus importante des tamis moléculaires.

Avec l'augmentation du temps d'adsorption, le nombre de régénération serait moindre donc le tamis sera moins exposé à hautes de températures lors de la séquence de chauffage.

La durée de vie du matériel sera plus longue du fait qu'avec un nombre de cycles moins important, le matériel sera exposé à moins de contraintes de pression et les contraintes de température.

Mots clés : friabilité ; tamis moléculaire, zéolithe ; sécheur ; GPL.

Remerciements



Nous remercions notre dieu qui nous a donné la force et la patience pour terminer ce travail.

Nos vifs remerciements vont à nos parents qui ont participé à notre soutien tout au long de la période de préparation de ce mémoire.

*Nous remercions profondément notre encadreur **Pr. R. MEROUANI**, Professeur à l'université de Mostaganem, pour son aide et sa contribution tout au long de l'élaboration de ce travail.*

*Nous tenons à remercier Mlle **F. Bessaha**, « MCA » à l'université de Mostaganem, d'avoir acceptée de présider le jury.*

*Que Mlle, **B. Benalioua**, « MCB » à l'université de Mostaganem, trouve ici l'expression de nos sincères remerciements, pour avoir acceptée d'examiner ce mémoire.*

Nous présentons toutes nos expressions de remerciement et notre profonde gratitude à tout l'ensemble du personnel du complexe GP2/Z surtout celui des départements : DRH, production et sécurité pour leur orientation, suivie, assistance et disponibilité.

Un grand merci à tous ceux qui nous ont soutenus durant nos études.



Et Merci

Dédicace



Nous remercions Allah, Le Tout Puissant de nous avoir donné le

Courage d'accomplir ce travail.

Tout d'abord nous dédions ce modeste travail à nos très chers

Parents.

A nos sœurs

A nos amis

A tout le groupe de process de GP2/z

Ayadi chaherazed

Merci à tous.



Dédicace



*Avant tout c'est grâce à Dieu que je suis arrivée là.
Je dédie ce simple travail à mes Chers parents qui m'ont
Encouragé à donner le meilleur de moi-même :*

Ma mère, Mon Père

Toutes mes amies

Aux groupes GP2/Z

A tout la famille BENZINA , BETTAHAR.



Sommaire

Introduction générale

Chapitre I: Synthèse bibliographique.....01

I.1. Les zéolithes.....02

-Introduction.....02

-Les zéolithes : de la synthèse aux applications.....02

1. Histoire des zéolithes.....02

2. Structure poreuse et site actifs des zéolithes.....03

2.1. Structure poreuse.....04

2.2. Sites actifs.....04

2.2.1. Catalyse acide sur zéro sites actifs.....05-06

2.2.2. Catalyse d'oxydoréduction sur zéolithes.....07

I.2. Présentation du complexe GP2/Z.....08

I.2.1. Introduction.....09

I.2.2. Présentation du complexe GP2/Z.....09

I.2.3. Généralités sur les GPL.....09

I.2.3.1. Composition du GPL.....10

I.2.3.2 L'origine du GPL.....10

I.2.3.3. Les caractéristiques du GPL.....10

I.2.3.4. L'utilisation des GPL.....11

I.2.3.5. Les risques des GPL.....11

I.2.4. Description générale du procédé.....11-12

I.2.4.1. Section stockage tampon.....13

I.2.4.2. Section déshydratation.....	14
I.2.4.3. Section séparation.....	15
I.2.4.3.1. Paramètres de fonctionnement en exploitation des Deux colonnes A et B.....	16-17
I.2.4.4. La section de réfrigération.....	18
I.2.4.4.1. Circuit du propane commercial (C _{3C}).....	18
I.2.2.4.2. Circuit du butane commercial (C _{4C}).....	19
I.2.4.4.3. Circuit de propane pur (réfrigérant)	19
I.2.4.5 Section boil off gas (BOG)	20
I.2.4.5.1. Circuit de récupération du propane.....	20
I.2.4.5.2. Circuit du propane réfrigérant.....	21
I.2.4.6. Section stockage.....	21
I.2.4.6.1. Bac propane.....	21
I.2.4.6.2. Bac butane.....	22
I.2.4.6.3. Butane ambiant.....	22
I.2.4.7. La boucle d'huile	22
I.2.4.8. Les utilités	23-24
I.3. Déshydratation.....	25
I.3.1 Introduction	25
I.3.2. Description du phénomène d'adsorption	26
I.3.2.1. Définition de l'adsorption	26
I.3.2.2. Procédé de séchage.....	26-27
I.3.3. Régénération	29-30
Chapitre II. Problématique et calculs.....	31
II.1. Problématique	32-33
II.2. La théorie des calculs.....	34

II.2.1 Dimensionnement d'un déshydrateur	34
A. Calcul de la quantité d'eau adsorbée (bilan de matière).....	34
B. Calcul du temps d'adsorption.....	36
C. Détermination de l'efficacité d'adsorption.....	36
II.3. Vérification du design.....	37
II.3.1. Introduction.....	37
II.3.1.1. Propriétés du GPL	37
II.3.1.2. Composition de la charge GPL.....	37
II.3.2. Dimensionnement du déshydrateur.....	38
II.3.2.1. Calcul de la quantité d'eau adsorbée	38
II.3.2.2. Calcul du temps d'adsorption	42
II.3.2.3. Détermination de l'efficacité d'adsorption	42
II.3.3. Récapitulation des résultats	43
II.4. Prolongation du temps d'adsorption.....	44
II.4.1. Calcul du temps d'adsorption.....	44
II.4.2. Détermination de l'efficacité d'adsorption.....	46
II.4.3. Interprétation des résultats.....	47

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION GENERALE

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

En génie chimique, plusieurs phénomènes sont indispensables et surtout au niveau des grandes industries tel que celles qui traitent le GPL. La séparation, la réfrigération sont les sections les plus importantes durant ce traitement. Durant ces deux procédés, plusieurs problèmes se posent comme la présence d'eau, qui entraîne divers difficultés pour l'exploitation de la séparation du GPL, suivant les conditions de température et de pression qui règnent aux niveaux des équipements, la vapeur d'eau peut se condenser et provoquer la formation des hydrates, se solidifier ou favoriser la corrosion. Pour éviter ces problèmes, il est nécessaire de réduire la teneur en eau de GPL au niveau de la section déshydratation.

L'objectif de notre travail réalisé avec le département technique du complexe GP2/Z est d'optimiser le fonctionnement de la section de déshydratation de charge pour augmenter la quantité de traitement jusqu'à sa capacité réelle et avec une longue durée de vie du tamis moléculaire. Car une consommation excessive d'énergie a été observée au niveau de cette section.

Nous devons essayer de rechercher les solutions, en dehors de toute perturbation du fonctionnement normal du complexe d'une part, et d'investissement d'autre part. Nous présenterons dans un premier lieu une description du complexe GP2/Z. Nous détaillerons en suite l'étude de la section déshydratation de charge.

Nous chercherons, dans une deuxième partie, à localiser le problème de l'impact de la diminution de la teneur en eau du GPL sur les paramètres de fonctionnement de la section de déshydratation de charge.

Afin de nous assurer de la validité de la méthode de calcul, nous effectuons les calculs d'abord pour un sécheur fonctionnant selon le design et confrontons les résultats obtenus à la réalité. Nous proposerons en suite, une solution ou recommandations, pour remédier à ce problème.

Chapitre I

Synthèse

Bibliographique

Introduction :

Les zéolithes sont des matériaux qui ont fasciné les hommes dès leur découverte par A.F. Crönsted (*zeo-lithos* ou la pierre qui bout) en Suède en 1756. Il s'agissait alors de la stilbite, un alumino-silicate hydraté. Pendant plus de deux cents ans, les zéolithes furent des minéraux de collection des musées d'histoire naturelle avec de beaux cristaux naturels. La synthèse artificielle de tels minéraux s'est développée dès les années 1950 pour leurs propriétés d'adsorption spécifique, de catalyse et d'échange ionique (détergents). Actuellement plus de 130 zéolithes ont été synthétisées contre une quarantaine trouvée dans la nature. C'est dans le domaine de la catalyse hétérogène que les innovations et la créativité des chercheurs ont été les plus spectaculaires.

les zéolithes, composés bien cristallisés et à structure stable, ont apparus « digne d'intérêt » en recherche fondamentale, car des concepts simples (tamisage moléculaire, sélectivité de forme, catalyse supramoléculaire etc.) d'action et de réaction catalytique peuvent être imaginés. C'est pourquoi on a assisté, dès les années 70, à un engouement des chercheurs pour ce domaine de recherche qui a même provoqué quelques conflits avec les autorités universitaires qui considéraient ces travaux comme un simple cadeau à la Recherche industrielle.

Les zéolithes : de la synthèse aux applications**1. Histoire des zéolithes**

L'histoire des zéolithes a véritablement commencé avec la découverte, il y a 250 ans, par le minéralogiste suédois Crönstedt d'un minéral (la stilbite) qui, par suite de sa grande teneur en eau, gonflait quand on le chauffait dans une flamme [1]. À cette nouvelle famille de minéraux (aluminosilicates hydratés), Crönstedt donna le nom de zéolithes dérivant des mots grecs *zeo* et *lithos* : la pierre qui bout. Pendant près de 200 ans, les zéolithes furent encore essentiellement utilisées pour la beauté de leurs cristaux (joaillerie). C'est l'avènement de zéolithes synthétiques et simultanément la découverte de larges bassins sédimentaires qui ont permis leur utilisation pour de nombreuses applications. Notons que la quasi-impossibilité de disposer de lots de zéolithes naturelles, homogènes en composition et propriétés, limite considérablement leur utilisation industrielle les réservant pour des usages particuliers en relation directe avec l'homme et son environnement (matériaux de construction isolants, pisciculture, élevage, etc.).

Les spécialistes en synthèse des zéolithes ont été (et continuent à être) particulièrement créatifs : ainsi alors que seulement une quarantaine de zéolithes différentes ont été trouvées dans la nature, plus de 130 ont été synthétisées. Par ailleurs, le champ de la synthèse reste

largement ouvert, des considérations théoriques suggérant la possibilité d'un nombre bien plus élevé de structures zéolithiques [2].

Les premières zéolithes synthétiques (appelées X, Y, A) ont rapidement trouvé des applications dans trois grands domaines.

- **l'adsorption** d'abord pour le séchage des gaz réfrigérants et du gaz naturel puis pour la séparation n/isobutane sur la zéolithe A (procédé Isosiv, 1959)
- **la catalyse** avec l'utilisation des zéolithes X et Y en isomérisation (1959) et craquage (1962) ;
- **l'échange d'ions** avec le remplacement dans les détergents des polyphosphates polluants (1974) par la zéolithe A.

Pour ces trois principaux domaines d'applications, la taille des cristallites de zéolithes doit être petite : généralement $\leq 1 \mu\text{m}$ pour l'adsorption et la catalyse, la taille optimale pour l'échange d'ions dans les détergents permettant d'éviter qu'ils soient retenus dans le linge étant de 3–4 μm . Un des avantages essentiels des zéolithes synthétiques sur les zéolithes naturelles est de permettre l'ajustement précis de leurs propriétés : taille et forme des cristallites mais aussi composition.

Une autre étape clé dans l'application des zéolithes fut la démonstration par P.B. Weisz et collaborateurs [3–4] de la « **sélectivité de forme** » des catalyseurs zéolithiques provoquée par **tamissage moléculaire** (1960), qui a eu pour conséquence un développement rapide de la recherche de nouvelles zéolithes synthétiques et d'applications industrielles. Le Selectoforming, développé par Mobil en 1968, fut le premier procédé commercial basé sur ce concept de sélectivité de forme par tamissage moléculaire [5] ; ce procédé, actuellement abandonné, permettait l'augmentation de l'indice d'octane des essences légères par élimination sélective des composants n-alcanes par craquage ; soulignons qu'une zéolithe naturelle (l'érieronite) était utilisée, ce qui ne se reproduira plus par la suite dans les procédés catalytiques. Les deux autres grands types de **sélectivité de forme** :

- sélectivité due aux contraintes stériques exercées par les parois des pores sur la formation des intermédiaires et états de transition des réactions (*transition state selectivity*) ;
- sélectivité provoquée par la **concentration** des réactifs dans les pores avec augmentation préférentielle des vitesses des réactions bimoléculaires.

2. Structure poreuse et sites actifs des zéolithes

Les zéolithes sont des aluminosilicates parfaitement cristallisés de formule générale $M_{2/n}O$, Al_2O_3 , $zSiO_2$ où n est la valence du cation M et où z peut varier de (règle de Lowenstein) à

l'infini. Structurellement, les zéolithes sont des polymères cristallins basés sur un arrangement tridimensionnel de tétraèdres TO₄ (SiO₄ ou AlO₄⁻) liés par leurs atomes d'oxygène pour former des sous-unités et finalement de larges réseaux constitués de blocs identiques (les mailles élémentaires). Il en résulte une structure très aérée constituée d'un réseau très régulier de canaux et cages avec des ouvertures inférieures à 10 Å (micropores). Pour l'essentiel, les processus intervenant en adsorption, catalyse et échange d'ions se produisent dans ces pores de taille très voisine des molécules. La formule structurale des zéolithes c'est-à-dire la composition des mailles élémentaires s'écrit :

$Mx/n (AlO_2)_x (SiO_2)_y$ où n est la valence du cation M, $x + y$ le nombre total de tétraèdres SiO₄ et AlO₄⁻ par maille élémentaire et y/x le rapport atomique Si/Al variant d'une valeur minimale unité (règle de Lowenstein) à l'infini.

2.1. Structure poreuse [6]

La séparation par adsorption mais aussi les réactions catalytiques (la très grande majorité des sites actifs sont situés dans les micropores) nécessitent la diffusion des molécules dans les micropores des zéolithes. C'est pourquoi seuls les micropores ayant des ouvertures d'au moins 8 atomes T (Al et Si) et O suffisamment larges pour autoriser cette diffusion sont généralement considérés. La plupart des zéolithes sont classées en trois catégories définies par le nombre d'atomes T (8, 10 ou 12 atomes) dans les ouvertures de pores les plus larges :

- zéolithes à petits pores avec des ouvertures à 8 atomes T qui ont des diamètres libres de 0,3 à 0,45 nm (3–4,5 Å) ;
- zéolithes de taille de pore intermédiaire : ouvertures à 10 atomes T, diamètres libres de 0,45 à 0,6 nm (4,5–6 Å) ;
- zéolithes à larges pores : ouvertures à 12 atomes T, diamètres libres de 0,6 à 0,8 nm (6 à 8 Å).

Notons toutefois que des tamis moléculaires non aluminosilicatés ayant des ouvertures à plus de 12 atomes T (donc plus larges) ont été récemment synthétisés, par exemple :

- CLO : cloverite ; gallophosphate ; 20 T ; 0,6 × 1,32 nm ;
- VFI : VPI-5 ; aluminophosphate ; 18 T ; 1,27 × 1,27 nm ;
- AET:AlPO₄-8 ; aluminophosphate ; 14 T ; 0,79 × 0,87 nm.

2.2. Sites actifs

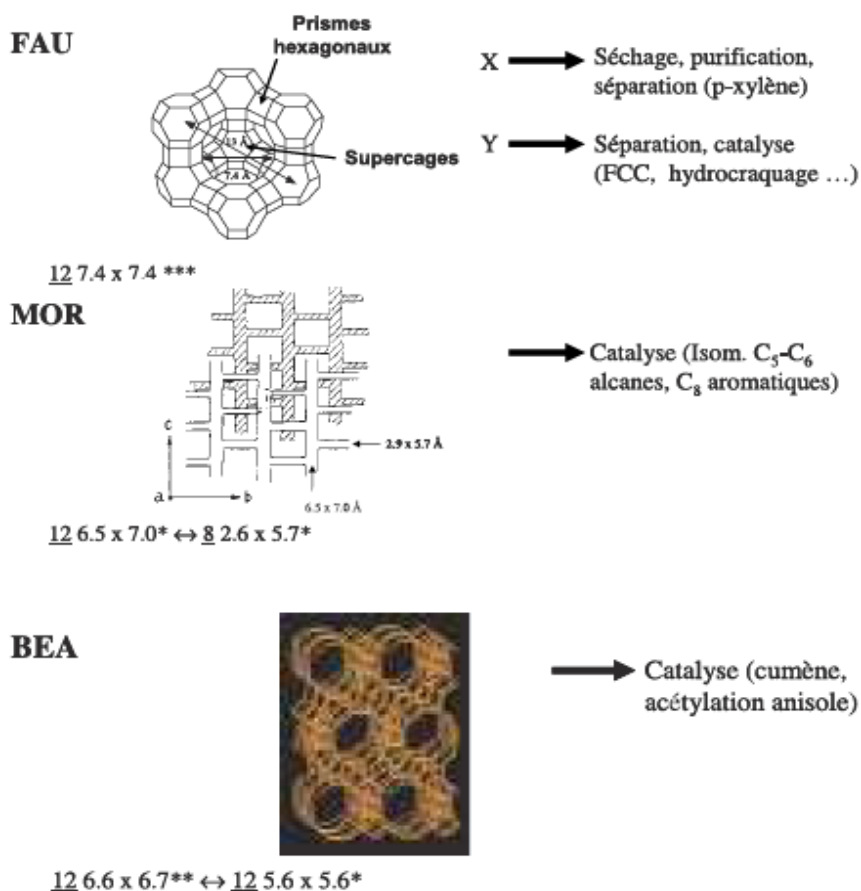
Chaque type de zéolithe peut être obtenu avec une large gamme de composition, directement par synthèse et/ou après traitement post-synthèse (échange, désalumination, etc.). De plus divers composés peuvent être introduits dans les micropores ou même y être synthétisés (*ship*

in a bottle synthesis). Ceci explique pourquoi les zéolithes peuvent être utilisées comme catalyseurs acides, basiques, acido-basiques, redox, bifonctionnels, les principales applications étant toutefois en catalyse acide et en catalyse bifonctionnelle.

2.2.1. Catalyse acide sur zéolithes. Sites actifs

La plupart des réactions d'hydrocarbures et beaucoup de transformations de composés fonctionnels ne sont catalysées que par les **sites protoniques**. Les sites de Lewis n'interviennent pas directement dans ces réactions mais peuvent augmenter la force acide des sites protoniques voisins (comme cela se produit quand on mélange AlCl_3 et HCl). En catalyse acide, l'activité d'une zéolithe dépend évidemment du nombre de sites protoniques et de leur activité. L'activité des sites protoniques dépend de leur localisation (accessibilité), de leur force – plus un site est fort plus il est actif, parfois de leur concentration (ou inversement de leur proximité) – c'est le cas pour certaines réactions bimoléculaires : transfert d'hydrogène, dismutation d'alcane ou d'aromatiques qui demandent plusieurs sites protoniques pour leur catalyse.

a) Zéolithes à larges pores



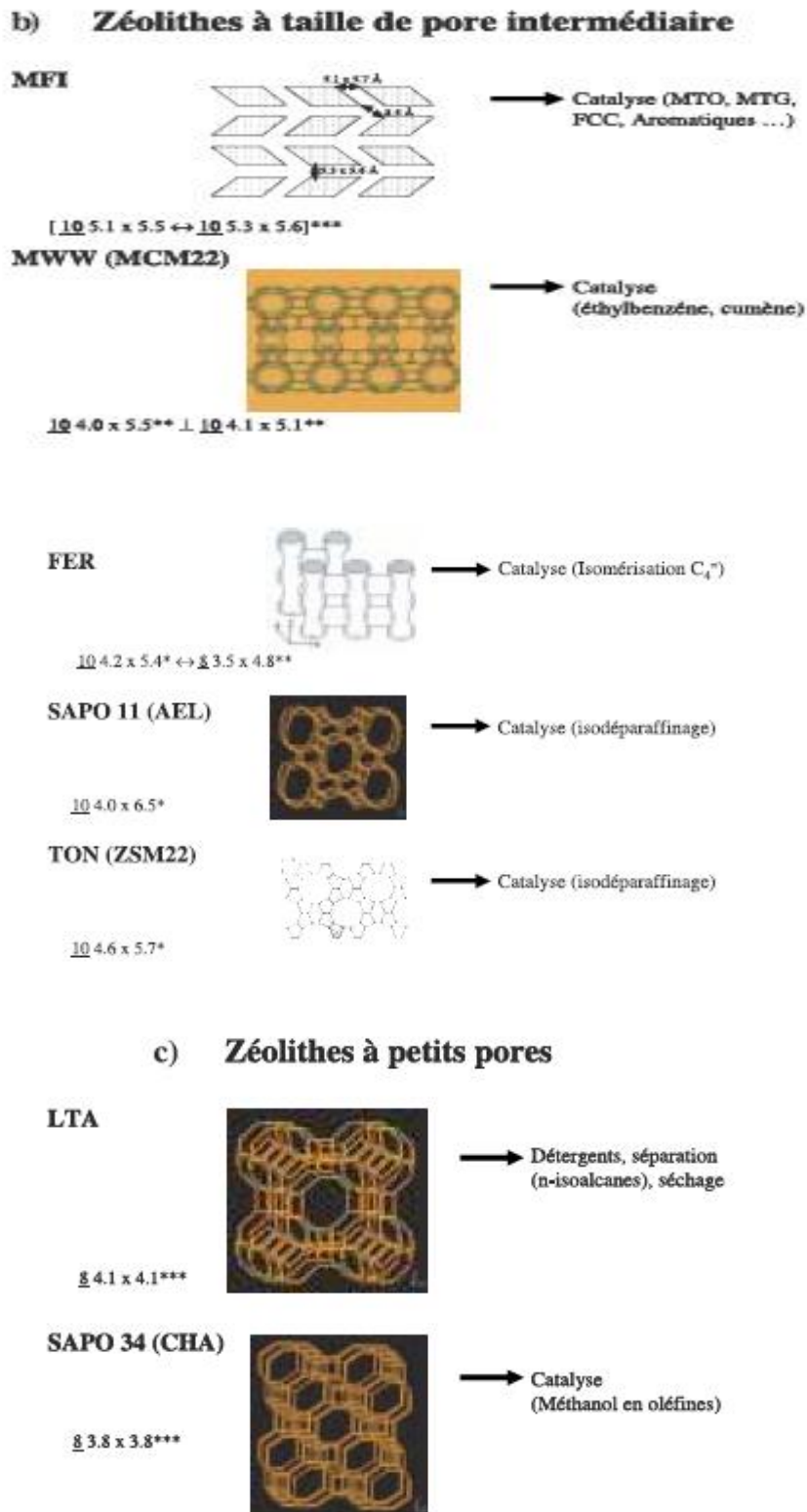


Figure. I.1 – Structure poreuse des principales zéolithes utilisées industriellement

L'acidité protonique des zéolithes provient pour l'essentiel des **hydroxyles pontés** : Al(OH)Si. D'autres groupes hydroxyles sont toutefois présents, généralement créés par désalumination des zéolithes au cours de leur prétraitement : groupes silanols, espèces aluminiques extra-réseau hydroxylées, etc. Ces groupes hydroxyles présentent parfois une force acide suffisante pour catalyser certaines réactions. La situation est encore compliquée par l'existence de divers types d'hydroxyles pontés. Pour certaines zéolithes, des bandes IR correspondent à chaque type d'hydroxyles pontés, par exemple zéolithe HFAU bandes entre 3 630 et 3 660 cm^{-1} et entre 3 540 et 3 560 cm^{-1} associées respectivement aux OH pontés des supercages et des prismes hexagonaux (Figure I.2.a). Pour d'autres zéolithes, une seule bande plus ou moins dissymétrique est observée, sa déconvolution permettant de distinguer les divers types d'OH pontés : par exemple HMOR bande à environ 3 610 cm^{-1} déconvoluée en deux bandes correspondant aux OH pontés des larges canaux (3 608– 3 611 cm^{-1}) et des poches latérales (3 583–3 585 cm^{-1})

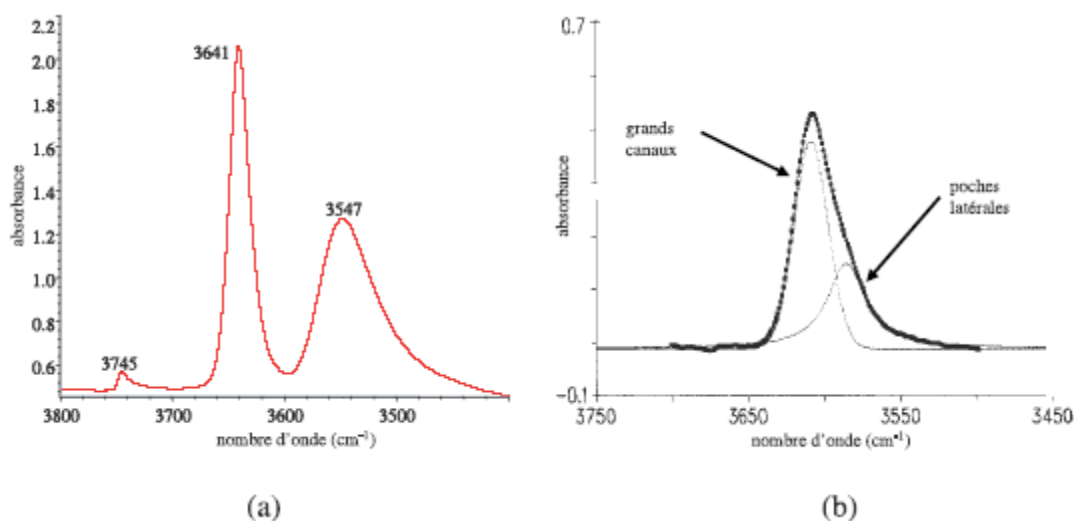


FIG. 1.2 – Spectres IR de zéolithes HFAU(a) et HMOR (b) :

(a) bandes correspondant aux groupes hydroxyles des supercages (3 641 cm^{-1}) et des prismes hexagonaux (3 547 cm^{-1}) de HFAU ; (b) déconvolution de la bande correspondant aux groupes hydroxyles des grands canaux et des poches latérales de HMOR.

2.2.2. Catalyse d'oxydoréduction sur zéolithes

La découverte par les chercheurs d'Enichem [7]-[8] du titanosilicate TS1, remarquable catalyseur d'oxydation sélective par l'eau oxygénée dans des conditions douces a constitué une avancée majeure en catalyse d'oxydation. TS1 est un tamis moléculaire de structure

poreuse MFI dans lequel le titane (IV) est substitué au silicium de charpente. La localisation de Ti dans la charpente a été démontrée par diverses techniques : DRX, spectroscopie UV visible, EXAF-XANES [9]. Son efficacité remarquable pour l'oxydation sélective de divers groupes fonctionnels par l'eau oxygénée en solution diluée peut être attribuée [10] à :

- l'isolement des atomes de titane qui rend très difficile la décomposition indésirable de H_2O_2 , réaction qui nécessiterait deux sites adjacents pour sa catalyse.
- l'hydrophobicité du réseau qui permet l'adsorption en présence d'eau de molécules hydrophobes dans les micropores de ce tamis moléculaire.

Références

- [1] A.F. Cronstedt, *Akad. Handl. Stockholm*, **18** (1756) 120.
- [2] A. Dwyer, *An Introduction to Zeolite Molecular Sieves*, Wiley, Chichester, 1988.
- [3] P.B. Weisz, V.J. Frilette, *J. Phys. Chem.*, **64** (1960) 382.
- [4] P.B. Weisz, *Erdoel und Kohle*, **18** (1965) 525.
- [5] N.Y. Chen, J. Mazuik, A.B. Schwartz, P.B. Weisz, *Oil and Gas J.*, **66** (1968) 154.
- [6] C. Baerlocher, W.M. Meier, D.H. Olson (Eds.), *Atlas of zeolite framework types*, 5th Revised Edition, Elsevier, Amsterdam, 2001.
- Taramasso, G. Manara, V. Fattore, B. Notari, US Patent **4666692** (1987).
- [7] M. Taramasso, G. Perego, B. Notari, US Patent **4410501** (1983). M.
- [8] B. Notari, *Stud. Surf. Sci. Catal.*, **37** (1988) 413.
- [9] G.N. Vayssilov, *Catal. Rev. Sci. Eng.*, **39** (1997) 209.
- [10] R.A. Sheldon, H. van Bekkum (Eds.), *Fine Chemicals through Heterogeneous Catalysis*, Wiley-VCH, Weinheim, 2001.

I.2.1. INTRODUCTION

Le GPL est considéré comme étant un mélange de gaz liquéfiés. Il est constitué essentiellement de propane et de butane en des proportions différentes selon la nature des gisements du pétrole traité.

La composition moyenne en général des GPL algériens se situe autour de 60% de propane et 40% de butane (dépendant de la provenance des GPL) avec des traces d'eau. Ce dernier produit dans les unités du sud notamment à HASSI MESSAOUD et HASSI RMEL. Cet hydrocarbure constitue une source d'énergie, est transporté à l'aide d'un oléoduc d'une longueur de l'ordre de 900 Km [1].

I.2.2. PRESENTATION DU COMPLEXE GP2/Z

Le complexe GP2/Z est l'un des deux complexes de séparation de GPL de la division liquéfaction de la branche LTH (Liquéfaction et Transformation des Hydrocarbures).

Situé à Arzew sur une superficie de 13,5 hectares, et implanté sur le plateau de l'ancienne plage « les sablottes » avec La capacité de traitement du complexe est maintenue à 1.8 MT/An.

Il comporte deux trains et un en arrêt, utilisant le procédé de distillation sous pression pour produire du propane et du butane [1].

I.2.3. GENERALITE SUR LES GPL

Le terme GPL ou gaz de pétrole liquéfié désigne un mélange d'hydrocarbures, qui sont gazeux aux conditions normales de température et de pression et qui ont la propriété de passer à l'état liquide par un abaissement de température ou de pression ou des deux à la fois. Il s'agit essentiellement de butane et de propane.

Cette propriété permet de stocker dans un volume réduit de (1m³ de GPL liquide occupe un volume de 225 m³ à l'état gazeux dans les conditions normales) [1].

I.2.3.1. COMPOSITION DU GPL

Tableau I.1: Composition du GPL [1].

Composants du GPL	% molaire
Méthane	0,3
Ethane	1,32
Propane	60,28
Iso butane	14,08
Normal butane	23,69
Iso pentane	0,27
Normal pentane	0,06

Le GPL est l'un des meilleurs combustibles avec le gaz naturel en ce qui concerne le contrôle de l'environnement.

I.2.3.2. L'ORIGINE DES GPL

Les gaz de pétrole liquéfiés sont obtenus principalement :

- ❖ Dans les raffineries de pétrole, en cours de la distillation du pétrole brut.
- ❖ Au cours des opérations de dégazolinage du gaz naturel sur les champs de production, pour obtenir les produits condensables (butane et propane).
- ❖ Une grande partie des GPL provient des champs pétroliers (et aussi pendant la liquéfaction du gaz naturel particulièrement au niveau du stade du fractionnement du procédé).

I.2.3.3. LES CARACTERISTIQUES DU GPL

- ❖ **Odeur** : le GPL est inodore à l'état naturel.
- ❖ **Dilatation** : à l'état liquide, le GPL a un haut coefficient de dilatation dont il faut tenir compte lors de leur stockage (les sphères ne doivent jamais être complètement remplies).

- ❖ **Densité** : aux conditions normales de température et pression, le GPL est plus lourd que l'air.
- ❖ Les GPL sont non corrosifs à l'acier, au cuivre et à l'alliage du cuivre et d'aluminium.
- ❖ Les GPL sont légèrement toxiques à l'état liquide ou vapeur
- ❖ Le GPL n'a aucune propriété de lubrification et cet effet doit être pris en considération lors de la conception des équipements du GPL (pompes et compresseurs). Le GPL est incolore, que ce soit liquide ou gazeux [1].

I.2.3.4. L'UTILISATION DES GPL

Parmi les principales utilisations des GPL, on peut citer :

- ❖ La combustion.
- ❖ La climatisation.
- ❖ Matière première pour l'industrie, comme l'utilisation des GPL dans les centrales pour la production de l'énergie de l'électricité.

I.2.3.5. LES RISQUES DES GPL

- ❖ Les GPL sont fréquemment stockés à l'état liquide sous pression, la fuite du liquide peut, par évaporation rapide, donner un grand volume de gaz inflammable difficile à maîtriser.
- ❖ La limite inférieure d'inflammabilité du gaz approximativement à 2% du volume du gaz dans l'air. Une petite portion de gaz dans l'air peut donner un mélange inflammable qui peut être enflammé par un élément chaud ou une étincelle à distance d'un point de fuite.
- ❖ Les GPL liquides par évaporation peuvent causer des brûlures sévères, des protections individuelles (vêtements de protection, gants, lunettes). doivent être portés.

I.2.4. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROCÉDÉ

La charge GPL est composée approximativement de 60% de propane et 40% de butane avec des traces de C₁, C₂ et C₅, CO₂ et H₂O . Elle provient de différents champs pétroliers du sud « Hassi R'mel, Hassi Messaoud etc... ». La charge est envoyée à travers des stations de pompes puis transite par RTO, arrive au complexe GP2Z à une pression de 20 bars et température ambiante. La charge GPL passe par la vanne **XV-6501**, puis elle rentre dans deux filtres car notre GPL est contient des impuretés : (sables, poussière, matière étrangère).

La charge GPL sortant de la filtre en service pénètre dans un ballon dégazeur de charge pour enlever le gaz non condensable tel que l'hydrocarbure plus légers et gaz inertes.

la charge est stockée dans les 02 sphères (1220 m³), pour assurer la marche de sécurité en cas de problème au niveau des stations de pompage et de transport.

A la sortie des sphères, le GPL est envoyé après la section déshydratation vers les deux splitter pour être séparé en butane et en propane, le propane est récupéré en tête de colonne et le butane est récupéré en fond de colonne, ce dernier passe dans le rebouilleur pour être chauffé par la TORADA (huile thermique) venant du four. La partie vapeur obtenue du butane retourne vers la colonne pour y maintenir la chauffe en fond de colonne. La partie liquide du butane sert à préchauffer la charge de GPL puis elle est envoyée vers la section réfrigération, où elle est refroidie en deux stades de pression (HP, MP).

Le propane obtenu en tête de la colonne est utilisé en partie comme reflux vers la colonne. L'autre partie est envoyée vers la section réfrigération, où elle est refroidie en trois stades (HP, MP, BP).

Le stockage des produits finis le propane commercial C3 et le Butane commercial C4 se fait respectivement dans deux bacs (70000 m³). Pour le Butane C4 ambiant, le stockage se fait dans deux sphères (1220 m³) [1]-[2]. Le procédé général est présenté par la figure I.1.

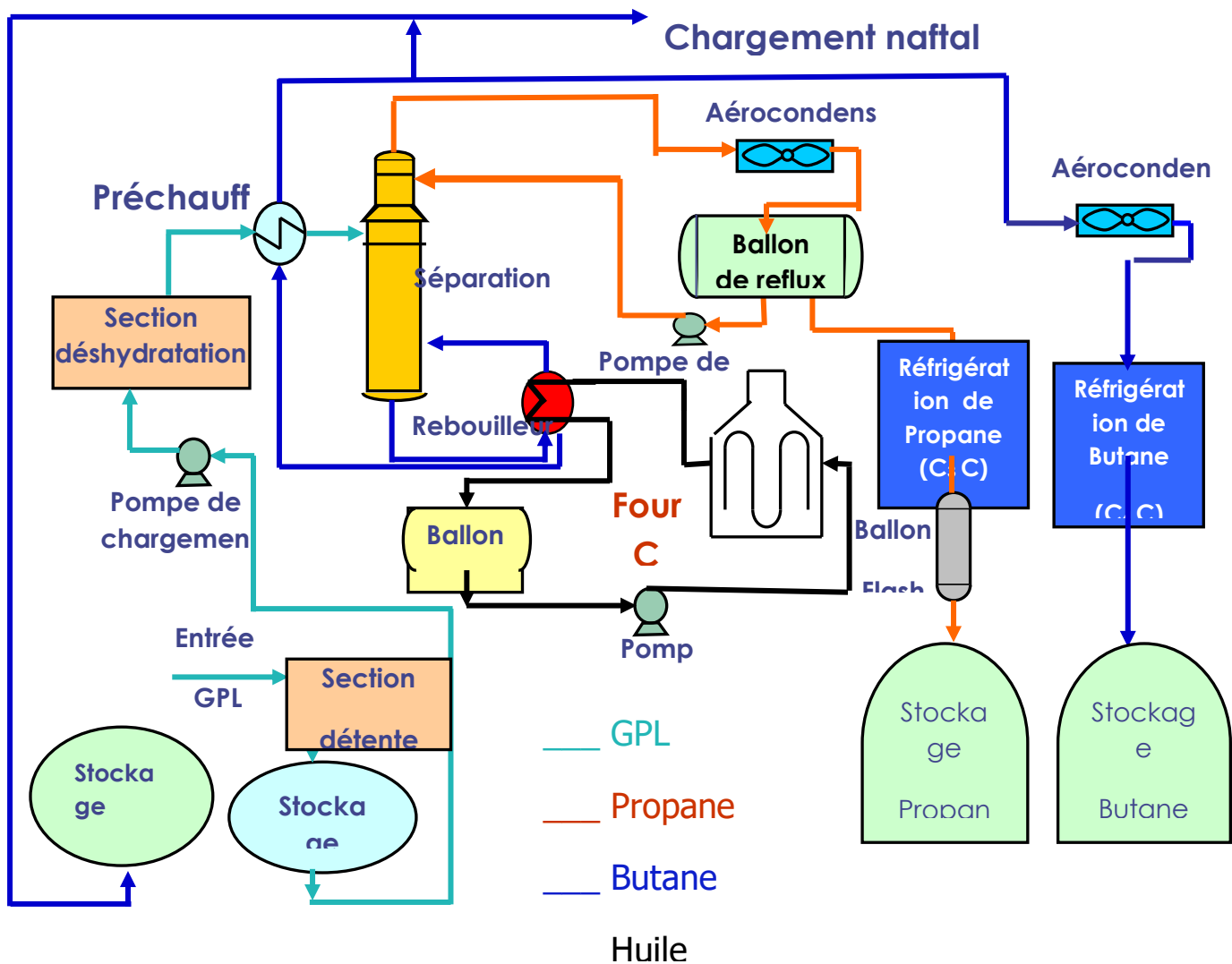


Figure I.3 : Schéma du principe de procédé GP2/Z [1]-[2].

I.2.4.1. SECTION STOCKAGE TAMPON

L'alimentation est faite des champs gaziers et pétroliers de Hassi R'mel et Hassi Messaoud par le gazoduc via le terminal RTO.

Le GPL qui vient, subit une détente jusqu'à 9 bars et passe aux sphères de stockage où il est stocké à une pression de 09 Bars. Le GPL est un mélange de composants, auquel on injecte le fuel – gaz pour le rendre plus stable. La pression de 09 Bars est maintenue par un PIC Contrôleur, Indicateur de Pression qui permet l'admission ou l'évacuation du fuel -gaz à partir de la station fuel – gaz.

Ce genre de stockage est appelé un stockage tampon (le débit de la charge sortante égale au débit de la charge d'alimentation).

Le mélange GPL est pompé des sphères vers l'unité déshydratation pour éliminer l'eau contenue dans la charge (la plus grande quantité).



Figure I.4 : le stockage tampon de la charge GPL.

I.2.4.2.SECTION DESHYDRATATIONS

L'unité de déshydratation a été conçue pour sécher le produit GPL à une teneur inférieure à 5 ppm d'eau. Elle est constituée par les équipements suivants :

- ❖ Un coalesceur d'alimentation 440/6203.
- ❖ Deux sécheurs (adsorbants) 440/6202/A/B.
- ❖ Deux filtres de GPL 440/6205/A/B.
- ❖ Un préchauffeur des gaz de régénération 405/6203.
- ❖ Un aérocondenseur des gaz de régénération 405/6229.
- ❖ Un séparateur des gaz de régénération 410/6214.

La déshydratation a pour but d'éliminer l'eau libre et l'eau dissoute, dans la charge afin d'éviter la formation d'hydrates au niveau des équipements en aval. En effet, le procédé va nécessiter l'abaissement de la température en dessous de 0°C ce qui exclue toute présence d'eau dans les circuits et les équipements des installations.

L'eau est adsorbée par les tamis moléculaires et vaporisée par le gaz chaud lors de la régénération. La vapeur d'eau entraînée par le fuel gaz est condensée dans le refroidisseur

405/6229 et séparée dans le ballon séparateur 410/6214. Cette eau est drainée à l'atmosphère sous contrôle de niveau et le gaz est acheminé vers le réseau de fuel gaz.

Après la séquence de chauffage, l'adsorbeur est refroidi par la circulation de gaz froid en by passant le réchauffeur 405/6203, lorsque le cycle de refroidissement est achevé, l'adsorbeur est rempli de GPL et repressurisé. Ensuite il sera en attente jusqu'à sa remise en adsorption pour un nouveau cycle.

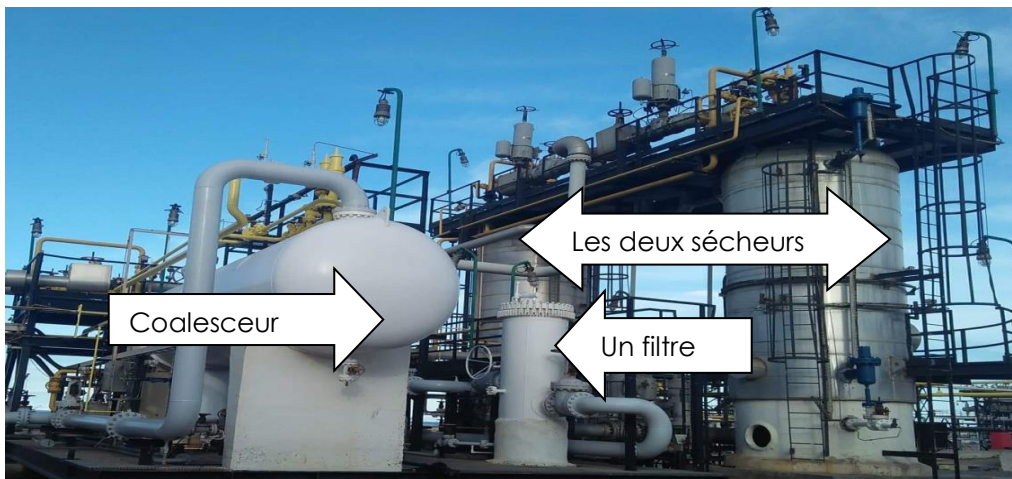


Figure I.5 : la section de déshydratation de GPL.

I.2.4.3. SECTION SEPARATION

L'unité de séparation a été conçue pour séparer le mélange de la charge GPL en propane commercial comme produit de tête des colonnes et en butane commercial comme produit de fond des colonnes. Elle est constituée par 02 trains (02 splitters) 407/6201/A et B, chacun d'eux comprend les équipements suivants :

TRAIN A : 407/6201/A

- ❖ Une colonne de séparation 407/6201/A de 46 plateaux.
- ❖ Un préchauffeur de la charge GPL 405/6201/A.
- ❖ Une batterie d'aérocondenseurs 402/6202/A et 405/6204/A.
- ❖ Un ballon de reflux 410/6201/A.
- ❖ Deux pompes de reflux 425/6202/A et B.
- ❖ Un rebouilleur 405/6224/A.

TRAIN B : 407/6201/B

- ❖ Une colonne de séparation 407/6201/B de 46 plateaux.
- ❖ Un préchauffeur de la charge GPL 405/6201/B.
- ❖ Une batterie d'aérocondenseurs 402/6202/B et 405/6204/B.
- ❖ Un ballon de reflux 410/6201/B.
- ❖ Deux pompes de reflux 425/6202/C/D.
- ❖ Un rebouilleur 405/6224/B.

La charge GPL est à une pression de 23 bars passe par le préchauffeur où elle est préchauffée par le butane venant du fond de colonne de séparation. La température d'entrée GPL est réglée par la vanne TIC 6213 qui se trouve sur la ligne de sortie butane du fond de colonne. Le débit d'entrée du GPL est contrôlé par la FIC 6203.

Le courant de GPL venant du préchauffeur rentre au niveau du plateau n°24. Les hydrocarbures légers se séparent du courant d'alimentation et s'élèvent vers le sommet de la colonne à contre-courant d'un reflux continu de propane.

Le propane commercial extrait comme produit de tête de distillation est condensé en totalité au niveau des aérocondenseurs.

Le propane provenant du ballon de reflux est aspiré par l'une des pompes de reflux A/B. Une partie est réintroduite en tête de colonne comme reflux dans la colonne. Le débit de reflux est contrôlé par la FIC 6205. L'autre partie du propane va s'écouler vers la réfrigération via la vanne qui permet de maintenir un niveau liquide dans le ballon de reflux.

Le liquide du fond de colonne (butane) pénètre dans le rebouilleur où il se vaporise partiellement. La partie vaporisée retourne vers la colonne en dessous du 46ème plateau comme reflux de vapeur alors que l'autre partie du butane s'écoule vers la réfrigération via la vanne qui permet de maintenir un niveau liquide dans le rebouilleur.

C'est ce butane produit en fond de colonne qui permet de préchauffer le GPL en circulant en côté calandre dans le pré chauffeur.

La chaleur nécessaire au rebouillage est fournie par de la TORADA (Huile Thermique) venant du four. La température du plateau N°46, TIC 6258 contrôle le débit de rebouillage en agissant directement sur la vanne de débit de TORADA la FIC 6219.

I.2.4.3.1. PARAMETRES DE FONCTIONNEMENT EN EXPLOITATION DES DEUX COLONNES 407/6201/A ET B [2].

➤ **Débits**

- ❖ Débit d'entrée du GPL = 87.5 T/hr.
- ❖ Débit de reflux de propane = 110 T/hr.
- ❖ Débit de propane vers réfrigération = 46.2 T/hr.
- ❖ Débit de butane sortie de colonne = 263 T/hr.
- ❖ Débit de butane vers réfrigération = 41.3 T/hr.
- ❖ Débit de TORADA TC vers rebouilleur = 421 T/hr.

➤ **Pressions**

- ❖ Pression d'entrée du GPL = 23 bars.
- ❖ Pression tête de colonne = 19.8 bars.
- ❖ Pression TORADA TC vers rebouilleur = 7.6 bars.

➤ **Températures**

- ❖ Température d'entrée du GPL = 60.8 °C.
- ❖ Température tête de colonne = 57.4 °C.
- ❖ Température reflux = 49.5 °C.
- ❖ Température fond de colonne = 106.3 °C.
- ❖ Température TORADA TC vers rebouilleur = 190 °C.



Figure I.6 : la section de séparation de GPL.

I.2.4.4. LA SECTION DE REFRIGERATION

La section réfrigération a pour objet de refroidir les produits propane et butane commerciaux, aux températures de stockage -45°C pour le propane et -11°C pour le butane à la pression atmosphérique.

Le système de réfrigération est un système par cascade qui utilise du propane pur comme agent réfrigérant.

Le refroidissement est effectué à l'aide d'une boucle fermée à trois niveaux de températures 11.8°C , -16.9°C et -40.3°C correspondant à la haute Pression HP (5 bars),

Moyenne Pression MP (1.5 bars) et basse pression BP (0.05 bars).

I.2.4.4.1. CIRCUIT DU PROPANE COMMERCIAL (C_3C)

Le propane commercial venant de la section de séparation est introduit dans la section réfrigération qui contient trois refroidisseurs (Schiller).

❖ **Schiller HP :**

Le propane est refroidit par le sous refroidisseur (405/6213) à 29°C varie selon la température ambiante de la section de séparation, il est introduit dans le Schiller de l'étage HP (405/6205) et sort à une température d'environ 10°C.

❖ **Schiller MP :**

Ensuite, le propane est envoyé au Schiller de l'étage MP (405/6206) qui diminue la température à -19°C.

❖ **Schiller BP :**

Le propane passe au troisième Schiller de l'étage BP (405/6207) et refroidi à une température de -38°C.

Le produit réfrigéré, passe alors par le ballon flash (ballon de détente) qui n'est pas le cas actuel où il est détendu à 0,04 bars pour atteindre la température de -45 °C qui n'est autre que la température de stockage du produit fini au niveau du bac de stockage du propane réfrigéré. Le produit est finalement expédié vers le bac de stockage au moyen d'une pompe.

I.2.4.4.2. CIRCUIT DU BUTANE COMMERCIAL (C_{4c})

Le butane sortant du fond des deux colonnes de séparation à une température 45°C, il d'érigera vers l'aéroréfrigérant (405/6214) pour se refroidir à une température de 26°C.

Ensuite, il se partage en deux parties est envoyé vers les sphères du butane ambiant

(420/6105- E/F) pour le chargement de NAFTAL et l'autre partie entre dans les deux refroidisseurs (Schiller).

❖ **Schiller HP :**

Le butane introduit dans le Schiller de l'étage HP (405/6210) coté faisceau, il se refroidit à une température d'environ 10°C.

❖ **Schiller MP :**

Le butane passe au Schiller de l'étage MP (405/6212) et sort à la température d'environ de -11°C.

I.2.4.4.3. CIRCUIT DE PROPANE PUR (REFRIGERANT)

C'est un circuit fermé. Le propane pur (liquide réfrigérant) stocké dans le ballon 410/6217 à une pression d'environ 10 bars et à une température avoisinant les 25°C qui alimente le stade de haute pression (Schiller 05 et 10). Ces derniers vont alimenter le stade de moyenne pression (Schiller 06 et 12) ; puis le stade de basse pression (Schiller 07). Le propane pur refroidi les produits propane et butane commerciaux dans les Schiller par un échange de chaleur par convection. Les vapeurs produites sont dirigées vers des ballons séparateurs pour chaque stade ou ils sont aspirés par le turbo compresseur et refoulé vers les aérocondenseurs. Et stockées dans le ballon 410/6217.

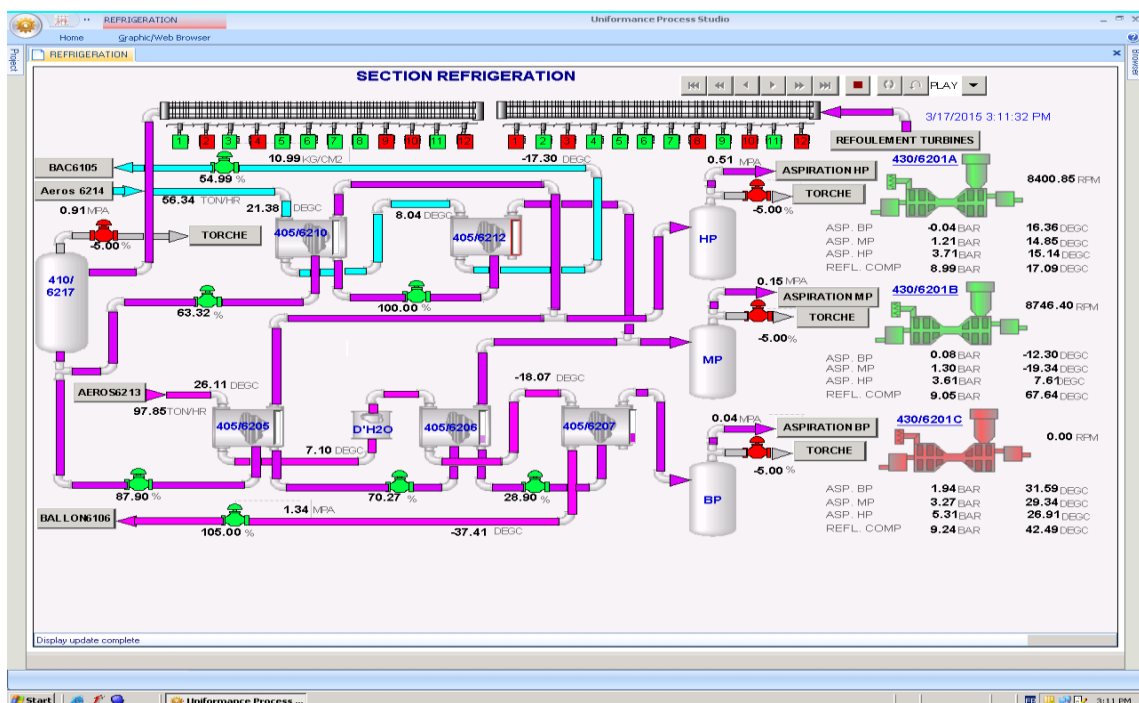


Figure I.7: la section de réfrigération.[5]-[6]

I.2.4.5 SECTION BOIL OFF GAS (BOG)

La section Boil Off gas à pour objet de récupérer les vapeurs de propane et butane commerciaux produits dans leurs bacs de stockage respectifs.

Les vapeurs sont récupérées des bacs par des compresseurs, condensées dans des aérocondenseurs récupérés dans des ballons puis retournées vers leurs bacs respectifs.

I.2.4.5.1. CIRCUIT DE RECUPERATION DU PROPANE

Les compresseurs Boil Off 430/6102/A/B aspirent les vapeurs de propane émises au niveau du bac 420/6104 et les vapeurs émises au niveau du ballon flash (410/6206) à une pression de 0,04 bars et à une température de -45°C. Les vapeurs sont ensuite refoulées vers les aérocondenseurs 405/6104 puis rejoignent le schiller 405/6102 côté tube à une pression de 8 bars et à une température de 37°C et la température de sortie de -23 °C elles seront refroidies à partir du propane réfrigérant puis dirigées vers le ballon 410/6105. Le propane ainsi condensé rejoint le bac 420/6104. Les vapeurs émises au niveau du ballon 410/6105 sont envoyées via soit vers le circuit fuel gaz soit vers le réseau torchère.

I.2.4.5.2.CIRCUIT DU PROPANE REFRIGERANT

Le côté calandre du Schiller 405/6102 est alimenté par du propane réfrigérant provenant de l'une des calandres des Schiller HP : 405/6205 ou 405/6210. Le produit est détendu en aval puis entre dans le Schiller 405/6102 à une pression de 6 bars et à une température de 11.8°C. Les vapeurs émises au niveau du Schiller 405/6102 sont reprises le ballon séparateur le 410/6103 via le séparateur 440/6104.

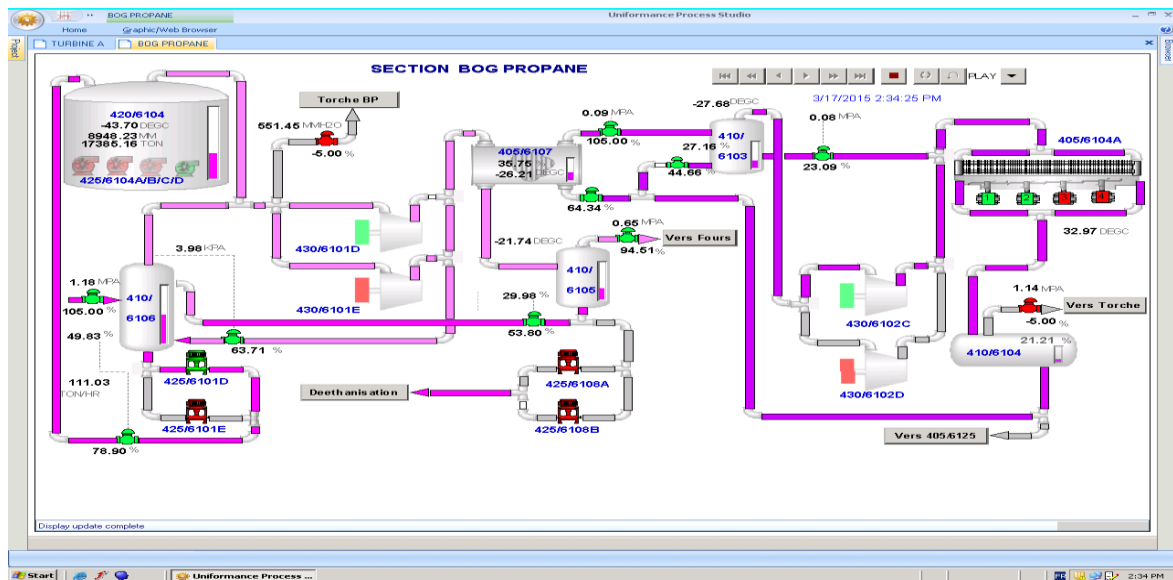


Figure I.8: La section boil off gas (BOG).[5]-[6]

I.2.4.6. SECTION STOCKAGE

Cette section sert au stockage du propane et du butane commercial réfrigérés. Elle comprend deux bacs chacun est de 70 000 mètres cubes de capacité. Un bac de stockage de propane (420/6204) et un bac de stockage de butane (420/6205).

I.2.4.6.1.BAC PROPANE

Ce réservoir assure le stockage du propane à la pression légèrement supérieur a la pression atmosphérique et à une température de -45°C . Le bac est munit de trois soupapes de sécurité et il contient quatre pompes (425/6104A-B-C-D) sont immergées dans le bac afin d'assurer l'expédition de propane vers les quais de chargement le rôle de la pompe (425/4104 D) est de refroidir la ligne d'expédition du propane commercial d'une température froide de -40°C à -47°C .

I.2.4.6.2.BAC BUTANE

Cette capacité a pour but d'assurer le stockage du butane à la pression légèrement supérieur a la pression atmosphérique et à une température de -11°C . Le bac est muni de trois soupapes de sécurité, et il contient quatre pompes (425/6101A-B-C-D) sont immergées dans le bac afin d'assurer l'expédition de butane vers les quais de chargement le rôle de la pompe (425/6101 D) est de refroidir la ligne d'expédition du butane commercial d'une température froide de -11°C .

I.2.4.6.3.BUTANE AMBIANT

La section de stockage ambiant comporte 02 sphères 420/6105/E/F Le butane est stocké à température ambiante et la pression est maintenue dans les sphères à 3.5 bars. Le circuit de maintien de pression des sphères de butane 420/6105/E/F et des sphères de GPL 420/6105/A/B est commun : la pression y est maintenue par la PV 604/A. En cas d'augmentation de pression dans les sphères, la PV 604/B s'ouvre vers torche via le ballon fuel gaz 440/6303.

Le butane est transféré par les pompes 425/6205/E/F lorsque le transfert s'effectue du complexe GP2Z vers NAFTAL.

I.2.4.7.LA BOUCLE D'HUILE

Les fours 401/6201C/D fournissent la chaleur nécessaire au rebouillage des fonds de colonnes au niveau des rebouilleurs 405/6224A/B. Ces fours sont conçus pour réchauffer la

TORADA.TC utilisée comme fluide caloporteur pour les rebouilleurs des colonnes de séparation.

Le circuit du fluide caloporteur TORADA TC se fait en boucle fermée. A partir du ballon tampon, le 410/6211, la TORADA TC est pompée vers les fours par l'une des pompes de circulation les 425/6215/D/E.

La TORADA.TC rentre en zone de convection pour être préchauffée par la chaleur des fumées montantes puis chauffée à la température requise au niveau des faisceaux de la zone de radiation.

La chaleur est fournie par les brûleurs utilisant un mélange de vapeur de propane non condensées récupérer de la section Boil off et de gaz naturel.

L'air de combustion est induit par tirage naturel et les fumées sont évacuées par tirage de la cheminée, et les fours sont équipés des pilotes et des brûleurs.

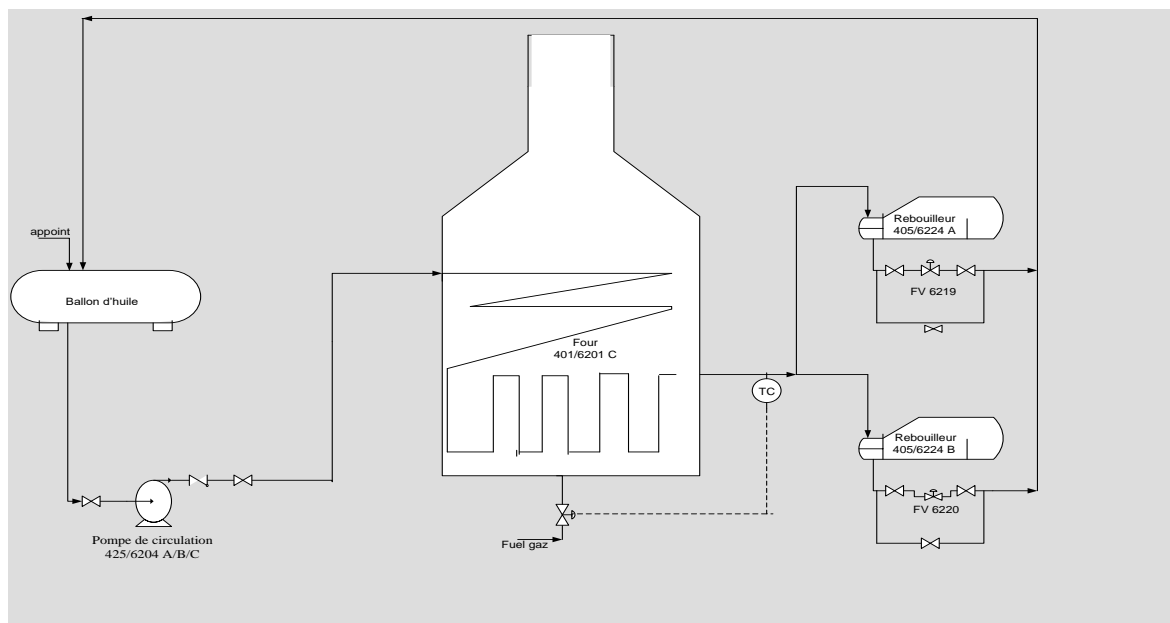


Figure I.9 : schéma de la boucle d'huile.

1.2.4.8. LES UTILITES

Ils sont constitués des réseaux suivants :

❖ Réseau fuel gaz :

Il est destiné à alimenter les fours de rebouilleur, turbines, les pilotes de torches et le stockage de GPL et butane.

❖ Réseau d'électricité :

Pour les besoins en énergie électrique, le complexe dispose deux sources d'alimentation, le réseau SONELGAZ et un système de génération interne.

❖ Réseau d'air instrument :

Un groupe de trois compresseurs entraînés par moteurs électriques assure la fourniture des besoins en air.

❖ Réseau gaz inerte (azote) :

Ce réseau permet d'assurer les opérations d'inertage des équipements préalablement aux travaux de pénétration et soudure.

❖ Réseau méthanol :

Le réseau méthanol (injection du méthanol) est mis en place pour permettre le dégivrage des lignes d'expédition du propane commercial.

❖ Réseau d'eau d'incendie :

Il est composé d'une bache d'eau incendie avec pompes et d'un bac eau incendie



I.3. DESHYDRATATION

I.3.1. INTRODUCTION

La section de déshydratation est conçue pour sécher la charge GPL à une teneur d'eau inférieure à 5 ppm afin d'éviter la formation d'hydrate au niveau de la section de réfrigération et bouchage des échangeurs (Schiller) conduisant ainsi à un arrêt éventuel de la production.

Cette opération unitaire très importante utilisée en générale dans les traitements des gaz en amont de la partie séparation et réfrigération est considérée comme un pré traitement afin d'éviter :

- Le Risque de solidification dans les procédés cryogéniques.
- Le Risque de corrosion des pipes, si le gaz contient du CO₂ par combinaison avec l'eau forme un acide carbonique H₂CO₃.
- Le Risque de formation des hydrates.

La déshydratation du GPL est réalisée par différents types de procédés. Nous verrons dans ce qui suit la déshydratation par adsorption [3]-[8].

L'adsorption fait partie des opérations physiques de séparation des mélanges. Elle a lieu lorsqu'on met en contact un fluide et un solide, par différence de composition entre la phase adsorbée au voisinage immédiat du solide et la phase fluide.

Les adsorbants utilisés industriellement se présentent sous forme de solides généralement poreux en granulés : "**les dessicants**".

En effet, les dessicants se présentent sous forme de granulés ou de billes de quelques millimètres de diamètre, ce sont des matériaux avides d'eau, ils piègent la vapeur d'eau même quand l'atmosphère est très sèche.

Le choix entre les nombreux types de dessicants se fera en fonction de plusieurs Paramètres :

- ❖ L'humidité relative de gaz à sécher.
- ❖ La vitesse d'adsorption.
- ❖ La température de régénération.

- ❖ Les polluants présents dans le gaz.

Il existe 4 dessiccants principaux utilisés dans les applications du GPL :

- ❖ Le gel de silice,
- ❖ Le gel d'alumine,
- ❖ L'alumine activée,
- ❖ Les tamis moléculaires

I.3.2. DESCRIPTION DU PHENOMENE D'ADSORPTION

I.3.2.1.DEFINITION DE L'ADSORPTION

L'adsorption, à ne pas confondre avec l'absorption, est un phénomène de surface par lequel des molécules de fluide se fixent sur les surfaces solides des adsorbants selon divers processus plus ou moins intenses. Chaque atome ou molécule qui s'approche d'une surface subit une attraction qui finalement peut aboutir à la liaison de cette particule avec cette surface.

Le processus durant le quel une molécule ou un atome incident a une surface reste sur cette surface après impact est appelé adsorption, ce processus est toujours exothermique.

Grâce à leur structure cristalline en feuillets, les argiles et les zéolites sont de bons adsorbants naturels.

I.3.2.2. PROCEDE DE SECHAGE

La charge d'alimentation de GPL est alimentée au Coalesceur de la charge d'alimentation de GPL (440/6203) qui est installé pour enlever de la plus grande quantité d'eau libre dans le GPL. Les gouttelettes de l'eau se rejoignent dans le filtre Coalescent et elles sont séparées par gravitation. , l'eau est évacuée par un appendice vers le ballon séparateur 410/6220, , tandis que l'eau est évacuée vers l'égout .

La déshydratation du GPL est poussée dans deux colonnes de forme cylindrique 440/6202A-B contenant des lits de tamis moléculaire reposant sur des supports afin d'atteindre une teneur en eau inférieure à 5 ppm. Les déshydratants travaillent en permutation : l'un en service, l'autre en régénération.

La charge d'alimentation de GPL séchée quitte le Déshydrateur de la charge d'alimentation de GPL et entre dans l'un des filtres (440/6205 A/B) qui éliminent les particules solides du lit de tamis moléculaire.

Le bouchage des éléments filtrants est détecté par l'indicateur de pression différentielle PDI-704 pour informer l'exploitant de la nécessité de nettoyage.

L'analyseur d'humidité dont les points de prélèvement sont situés en amont et en aval du Coalesceur et en aval du filtre assure la surveillance de la teneur en eau dans la charge d'alimentation de GPL.

La colonne d'adsorption de la section de déshydratation du complexe GP2Z est représentée par la figure I.8.

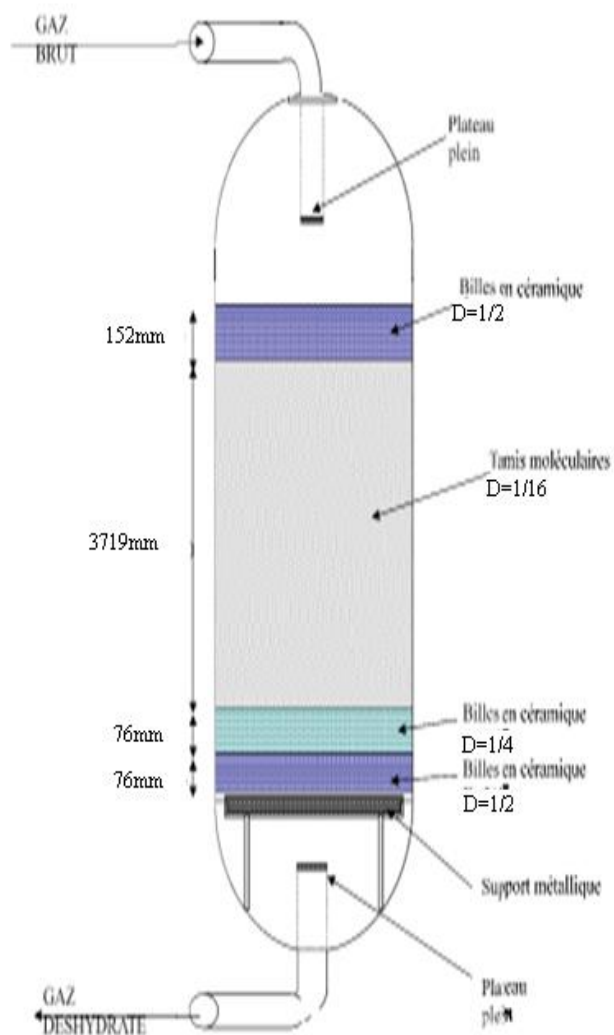


Figure I.10: Colonne d'adsorption [4].

❖ **CONCEPT DE LA ZONE DE TRANSFERT DE MASSE**

Pendant le cycle d'adsorption, un lit de tamis moléculaire peut être divisé en 3 zones appelées la zone de saturation ou d'équilibre. Le tamis moléculaire de cette zone est en équilibre avec le gaz d'entrée humide, la zone du milieu est la zone de transfert de masse. La zone du bas est le lit non utilisé. Le tamis moléculaire dans cette région est en équilibre avec le gaz de sortie absolument sec. Si le lit fonctionne trop longtemps, la zone de transfert de masse commence à sortir du fond de sécheur. Cela s'appelle la percée et si cela persiste longtemps, l'unité cryogénique se bouche et ce suite à la saturation du lit du tamis moléculaire.

Comme l'eau est adsorbée du gaz dans la section 1, la section 2 commence à traiter le gaz avec moins d'eau et de gradient de concentration. Pour que la section 2 retienne autant d'eau que la section 1, elle devrait être beaucoup plus grande. La section 3 devra être plus grande que la section 2, la région d'un lit à tamis moléculaire composée de quantités croissantes de tamis pour retenir des quantités égales d'eau est appelée la zone de transfert de masse [3]-[5].

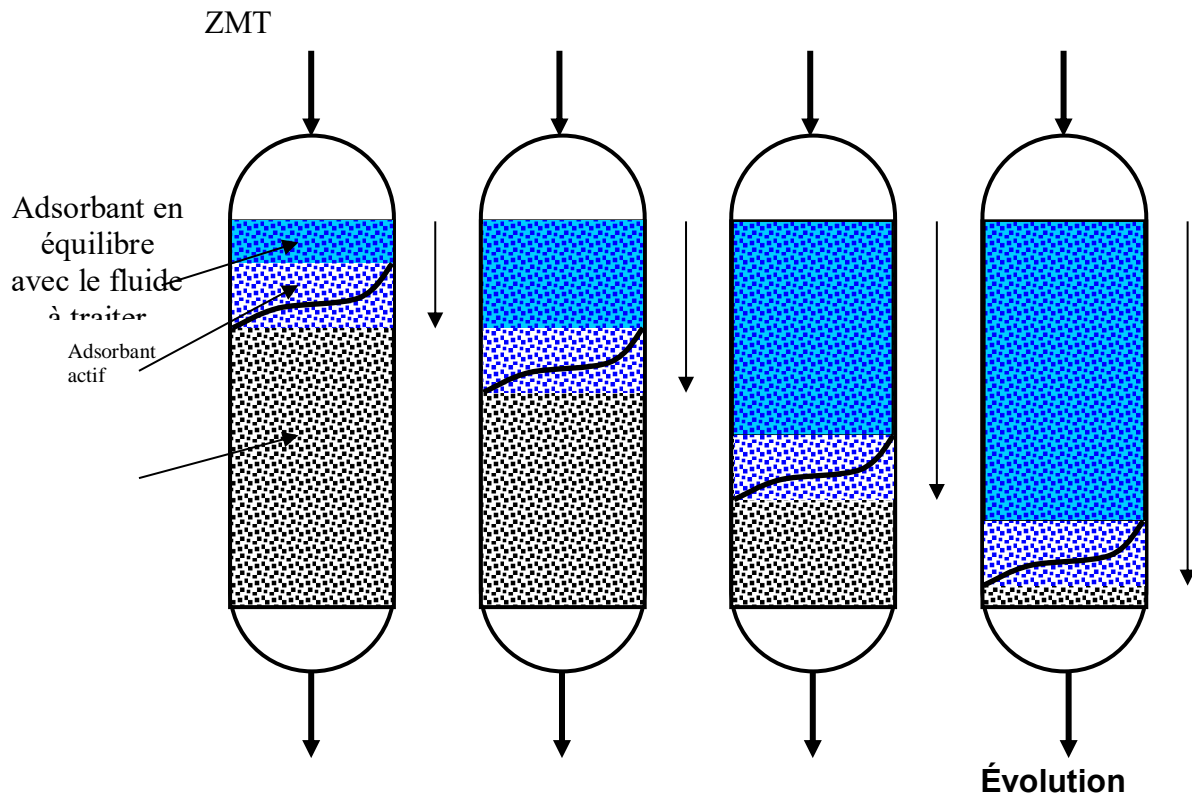


Figure I.11: Evolution de la zone de transfert de masse [5].

I.3.3. REGENERATION

Pour la description des cycles de régénération, on suppose que l'adsorbeur a atteint les 24 heures d'adsorption (durée d'adsorption du tamis moléculaire), en vue du cycle de régénération et qui se compose des étapes suivantes [3]-[5]:

- ❖ Drainage (Injection Fuel gaz) : 02 heures
- ❖ Dépressurisation : 06 minutes
- ❖ Chauffage (passage du Fuel gaz chaud) : 11 heures
- ❖ Refroidissement (passage du fuel gaz froid) : 06 heures.
- ❖ Pressurisation : 06 minutes
- ❖ Remplissage (Admission du GPL) : 02 heures
- ❖ Attente : 02.8 heures

La figure I.10 donne un aperçu général sur la section de déshydratation de la charge du complexe GP2Z.

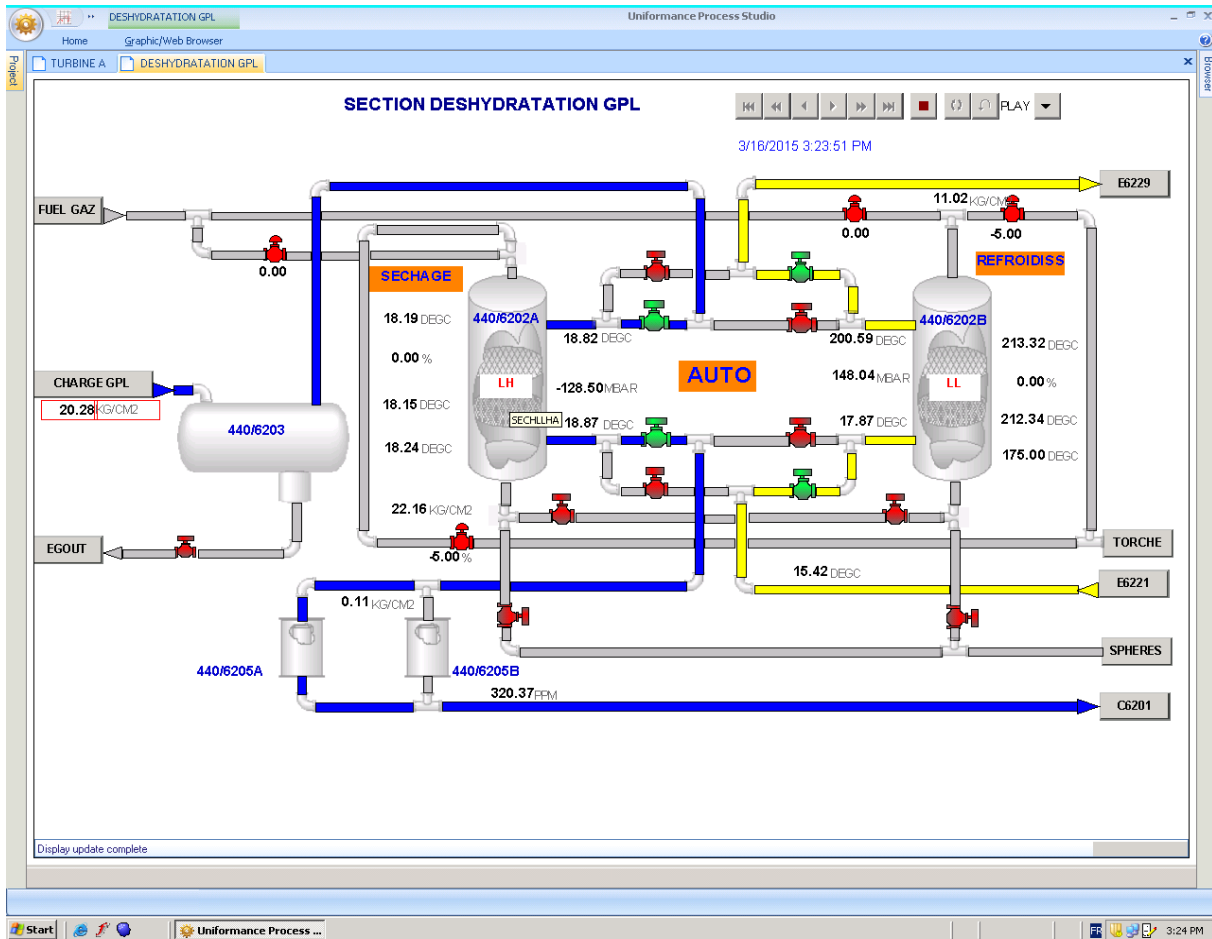


Figure I.12: la section de déshydratation [5]-[6].

Chapitre II
Problématique
Et
Calculs

II.1. PROBLEMATIQUE

La section de déshydratation de charge du complexe GP2Z a été conçu pour une teneur en eau dissoute dans la charge du GPL égale à 100 PPM, mais actuellement nous avons remarqué que cette teneur n'est pas atteinte, ceci est due à l'amélioration de la qualité de la charge provenant de sud.

En effet une concentration en eau égale à 100 PPM implique un temps d'adsorption de 24 heures et un autre pour la régénération de 24 heures également. Seulement les concentrations actuelles d'eau dans la charge de GPL sont réduites à des valeurs qui peuvent atteindre 25 PPM tel qu'il est montré dans la figure II.1. Le problème persiste et cause des pertes économiquement considérables vu que le lit d'adsorption travaille largement au-dessous de sa capacité.

Dans le but d'optimiser le fonctionnement de la section de déshydratation de charge, l'objet de notre travail consiste à effectuer une étude théorique et pratique en prenant en considération les différentes concentrations en eau. Nous avons commencé la recherche des solutions possibles à notre problème cette recherche nous amène à étudier la solution de **prolongation du temps d'adsorption** en se basant sur le dimensionnement du déshydrateur de charge et le calcul du bilan massique, la durée de vie de l'adsorbat sans pour autant perturber la capacité de production et la qualité du produit finale.

La durée de vie de l'adsorbat augmente suite à cette diminution parce qu'il va être moins exposé aux contraintes des séquences :

- ❖ Dépressurisation.
- ❖ Pressurisation.
- ❖ Chauffage.
- ❖ refroidissement.

II.1.1. HUMIDITE CONTENUE DANS LA CHARGE

Durant notre mois de stage, nous nous sommes intéressés à la mesure de l'humidité du GPL au sein du laboratoire du complexe, les résultats sont regroupés dans la figure II. 1

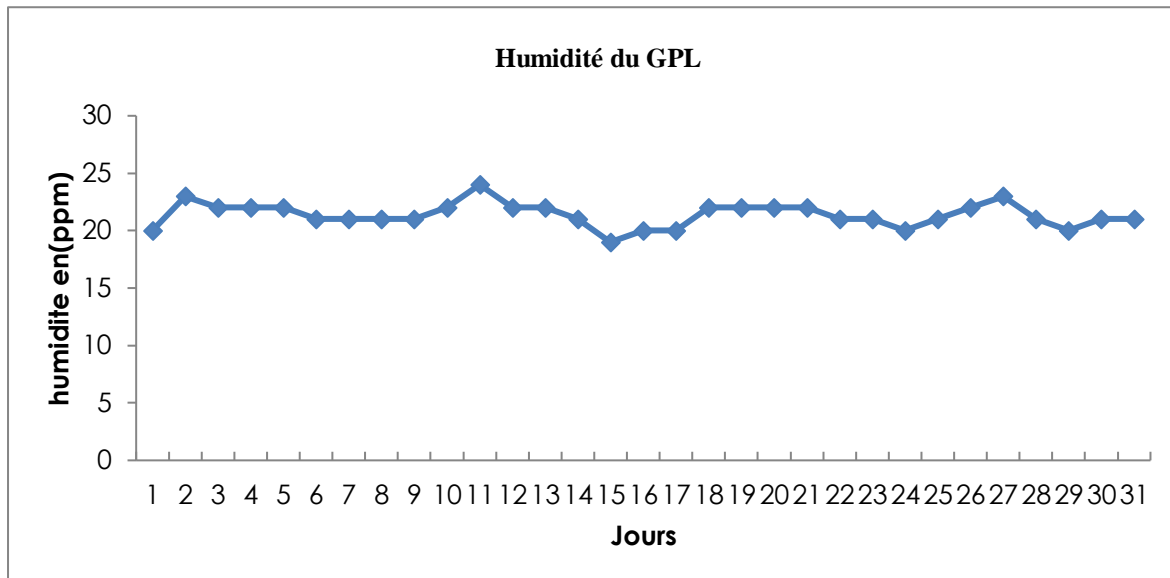


Figure.II.1: humidite de GPL d'une durée d'un mois [10].

Les résultats du suivi de la teneur en eau durant le mois du stage montrent un palier entre 20 et 25 ppm, ce qui est largement inférieure à la capacité du sécheur conçu pour des valeurs design de 100 ppm. Pour y remédier à ce problème nous avons optimisé le fonctionnement de la section de déshydratation de la charge, en déterminant le temps d'adsorption nécessaire pour exploiter l'adsorbent jusqu'à son point de saturation, en fonction de la teneur d'eau dans la charge, tout en essayant d'optimiser les paramètres de fonctionnement du cycle de adsorption régénération.

II.2. LA THEORIE DES CALCULS**II.2.1. DIMENSIONNEMENT D'UN DESHYDRATEUR [3] -[5] -[12]****A. CALCUL DE LA QUANTITE D'EAU ADSORBEE (BILAN DE MATIERE)**

$$M_{ads} = \frac{[H_s - (C \times H_z)] \times (X_s \times D_L^2 \times \rho_{tamis})}{254.76}$$

A.1. DIAMETRE MINIMUM DU LIT

Pour le calcul du diamètre minimum du lit, on utilise la formule suivante :

$$D_{min} = \left[\frac{4 \times \rho_{GPL} \times Q}{\pi \times G} \right]^{0.5}$$

D_{min} : Diamètre minimum du lit de tamis (ft).

ρ_{GPL} : Masse volumique de la charge (Lb/ ft³).

Q : Débit volumique de la charge (ft³ / hr).

G : Vitesse massique de l'écoulement de fluide (Lb /ft² .hr).

Pour les tamis moléculaires, la vitesse massique de l'écoulement est donnée par la formule suivante :

$$G = 3600 * (C * \rho_{tamis} * \rho_{GPL} * D_p)^{0.5}$$

D_p : Diamètre des particules du tamis (ft).

ρ_{tamis} : Masse volumique du dessicant (Lb/ ft³)

C : Constante relative aux tamis moléculaire (C = 1.06)

A.2. LA HAUTEUR TOTALE DU LIT [13]

La hauteur totale du lit est donnée par l'équation suivante :

$$H_t = H_s + H_z$$

Avec :

H_s : la hauteur de la zone d'équilibre (ft).

H_z : la longueur de la zone de transfert de masse (ft).

A.2.1. CALCUL DE LA HAUTEUR DE LA ZONE DE TRANSFERT DE MASSE

$$H_z = \frac{225 q_w^{0.7895}}{U_{act}^{0.5506} \times Y_{in}^{0.2646}}$$

A.2.1.1. CALCUL DE LA VITESSE ACTUELLE D'ÉCOULEMENT DE FLUIDE (U_{act})[13]

$$U_{act} = Q / S$$

$$\text{Avec: } S = (\pi * D_L^2) / 4$$

D_L : le diamètre du lit. ($D_L=2.2866 \text{ m} = 7.5 \text{ ft}$).

S : surface du lit (ft²).

A.2.1.2. CALCUL DE DÉBIT D'EAU

$$q_w = \frac{4 Y_{in} Q \rho_{GPL}}{\pi D_L^2}$$

Avec :

Y_{in} : La teneur en eau dans la charge à l'entrée du déshydrateur exprimée en ppm massique.

$Y_{in} = 100 \text{ kgH}_2\text{O} / 10^6 \text{ kg de tamis}$.

A.2.2. CALCUL DE LA HAUTEUR DE LA ZONE D'ÉQUILIBRE

$$H_s = H_t - H_z$$

H_t : la hauteur total du lit ($H_t = 3.4 \text{ m} = 11.2 \text{ ft}$).

H_z : la hauteur de la zone de transfert de masse.

A.3. LA CAPACITÉ D'ADSORPTION À L'ÉQUILIBRE

$$X_s = 21 - X_1$$

X_1 : la teneur en eau résiduelle, $X_1 = 2$ % en poids.

21 : la capacité d'adsorption d'eau à l'équilibre en %.

B. CALCUL DU TEMPS D'ADSORPTION

$$t_{ads} = \frac{M_{ads}}{Y_{in} \times Q \times \rho_{GPL}}$$

C.DETERMINATION DE L'EFFICACITE D'ADSORPTION

$$EFF = \frac{X}{X_s}$$

C.1. LA QUANTITE REELLE D'EAU ADSORBEE PAR 100 LB DE DESSICANT

$$X = X_s \times \left[1 - C \times \frac{H_z}{H_s} \right]$$

C : une concentration empirique que l'on prend généralement égale à 0.45 et qui dépend de la forme des particules de tamis moléculaire.

II.3. VERIFICATION DU DESIGN**II.3.1. INTRODUCTION**

L'application de notre méthode de calcul peut être réalisée après la vérification du dimensionnement du déshydrateur et sa conformité avec la marge de design.

II.3.1.1. PROPRIETES DU GPL

- ❖ Débit de traitement : $Q = 165 \text{ t / h} = 307.49 \text{ m}^3 / \text{h}$.
- ❖ $P = 23 \text{ bar}$.
- ❖ $T = 20^\circ\text{C}$.
- ❖ $d_{\text{GPL}} = 0.53$.

II.3.1.2. COMPOSITION DE LA CHARGE GPL

La composition du GPL est déterminée au niveau du laboratoire de complexe par la technique de chromatographie en phase gazeuse, les résultats du laboratoire sont présentés dans le tableau II.1

Tableau II.1: Composition de la charge [5].

Composants	Poids molaire (Mi)	% molaire (Yi)
C₁	16	0.3
C₂	30	1.32
C₃	44	60.28
i-C₄	58	14.08
n-C₄	58	23.69
i-C₅	72	0.27
n-C₅	72	0.06
C₆	86	0.00

Poids moléculaire du GPL est calculé par :

$$M_{\text{GPL}} = \sum Y_i \times M_i$$

$$M_{\text{GPL}} = 49.11 \text{ kg / kmol}$$

- ❖ Solubilité de l'eau dans le GPL à $T = 25^\circ\text{C}$.
- ❖ Teneur en eau à l'entrée de sécheur : $X_E = 100 \text{ PPM}$.
- ❖ Teneur en eau à la sortie de sécheur : $X_S = 5 \text{ PPM}$.
- ❖ Phase liquide
- ❖ Masse volumique de GPL

$$\rho_{\text{GPL}} = 536.6 \text{ kg / m}^3 = 33.5 \text{ lb / ft}^3$$

II.3.2. DIMENSIONNEMENT DU DESHYDRATEUR [3] [5] [12]**II.3.2.1. CALCUL DE LA QUANTITE D'EAU ADSORBEE (BILAN DE MATIERE)****II.3.2.1.1. DIAMETRE MINIMUM DU LIT**

Pour le calcul du diamètre minimum du lit, on utilise la formule suivante :

$$D_{\min} = [(4 * (\rho_{\text{GPL}} * Q) / (\pi * G))]^{0.5}$$

Pour les tamis moléculaires, la vitesse spécifique de l'écoulement est donnée par la formule suivante :

$$G = 3600 \times (1.06 \times \rho_{\text{GPL}} \times \rho_{\text{tamis}} \times D_p)^{0.5}$$

- ❖ $\rho_{\text{GPL}} = 33.5 \text{ lb} / \text{ft}^3$
- ❖ $\rho_{\text{tamis}} = 43.7 \text{ lb} / \text{ft}^3$
- ❖ $D_p = 0.00525 \text{ ft}$
- ❖ $Q = 10861.53 \text{ ft}^3 / \text{h}$

$G = 10275.39 \text{ lb} / \text{ft}^2 \text{ hr.}$

Donc le diamètre minimum est :

$D_{\min} = 6.71 \text{ ft} = 2.05 \text{ m}$

C'est le diamètre minimum que nous devons respecter car le sécheur doit avoir un diamètre $D \geq D_{\min}$.

II.3.2.1.2. LA HAUTEUR DE LA ZONE DE TRANSFERT DE LA MASSE

La formule ci-dessous nous permet de calculer la hauteur de la zone de transfert de masse :

$$H_z = (225 * q_w^{0.7895}) / (U_{\text{act}}^{0.5506} * Y_{\text{in}}^{0.2646})$$

II.3.2.1.2.1. CALCUL DE LA VITESSE ACTUELLE D'ÉCOULEMENT

La vitesse actuelle d'écoulement est calculée par la formule :

$$U_{act} = Q / S$$

Avec $S = (\pi * D_L^2) / 4$ \Rightarrow $S = 44.16 \text{ ft}^2$

Ce qui une vitesse actuelle :

$U_{act} = 245.96 \text{ ft / hr}$

II.3.2.1.2.2. CALCUL DE DÉBIT D'EAU

Le débit d'eau à l'entrée du déshydrateur est donné par la formule suivante :

$$q_w = (4 * Y_{in} * Q * \rho_{GPL}) / (\pi * D_L^2)$$

Avec :

$$Y_{in} = 100 \text{ kg H}_2\text{O} / 10^6 \text{ kg de tamis.}$$

\Rightarrow

$q_w = 0.82 \text{ lb H}_2\text{O} /$

Donc :

\Rightarrow

$H_z = 2.97 \text{ ft}$

II.3.2.1.3. CALCUL DE LA HAUTEUR DE LA ZONE D'EQUILIBRE

La hauteur de la zone de saturation est donnée par la formule suivante :

$$H_s = H_t - H_z$$

Avec la hauteur totale du lit $H_t = 11.2 \text{ ft} = 3.4 \text{ m}$.

$$\Rightarrow H_s = 8.23 \text{ ft}$$

II.3.2.1.4. ESTIMATION DE LA CAPACITE D'ADSORPTION A L'EQUILIBRE

La capacité d'adsorption est de 21 lb d'eau / 100 lb de tamis moléculaire, elle représente la saturation complète du tamis moléculaire. (Voir fiche technique de tamis moléculaire)

$$X_s = 21 - X_1$$

A cause des pertes de la capacité lors de l'adsorption engendrée par l'encrassement des pores, de la destruction des cristaux, de l'attaque chimique, etc. Il est convenable d'ajouter une quantité de tamis pour compenser l'effet de vieillissement.

Si l'on considère une perte de 5% par an de la capacité d'adsorption avec une durée de vie du tamis égale à trois ans, les pertes seront calculées ainsi :

❖ **La capacité d'adsorption de la 1ere année est**

$$\text{Cap} = 100 - 100 \times 0.05 \quad \Rightarrow \quad \text{Cap} = 95 \%$$

❖ **La capacité d'adsorption de la 2eme année est**

$$\text{Cap} = 95 - 95 \times 0.05 \quad \Rightarrow \quad \text{Cap} = 90.25 \%$$

❖ **La capacité d'adsorption de la 3eme année est**

$$\text{Cap} = 90.25 - 90.25 \times 0.05 \quad \Rightarrow \quad \text{Cap} = 85.73 \%$$

Donc la perte des 3 années est la suivant :

$$\text{Perte} = 100 - 85.73 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\text{perte} = 14.27 \%}$$

La capacité sera enfin :

$$X_s = (21 - X_1) \times (1 - 0.1427) \quad \text{Avec } X_1 = 2\% \text{ (voir fiche technique de tamis moléculaire)}$$

$$\boxed{X_s = 16.29 \text{ lb d'eau} / 100\text{lb d'adsorbant}}$$

Donc :

II.3.2.1.5. ESTIMATION DE LA QUANTITE REELLE D'EAU ADSORBEE PAR 100 LB D'ADSORBANT

Pour calculer la quantité réelle d'eau adsorbée par 100 lb d'adsorbant on a utilisé cette formule :

$$X = X_s * [1 - (C * (H_z / H_s))]$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{X = 13.64 \text{ lb d'eau} / 100 \text{ lb}}$$

C : une concentration empirique que l'on prend généralement égale à 0.45 et qui dépend de la forme des particules de tamis moléculaire [3].

Donc la quantité d'eau adsorbée est donnée comme suite :

$$M_{ads} = ((H_s - (C * H_z)) * (X_s * D_L^2 * \rho_{tamis})) / 254.76$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{M_{ads} = 1083.51 \text{ lb}}$$

II.3.2.2. CALCUL DU TEMPS D'ADSORPTION

On peut calculer le temps d'adsorption d'après cette relation :

$$t_{ads} = M_{ads} / (Y_{in} * Q * \rho_{GPL})$$

$$\Rightarrow t_{ads} = 29.8 \text{ hr}$$

II.3.2.3. DETERMINATION DE L'EFFICACITE D'ADSORPTION

L'efficacité d'adsorption est donnée comme le rapport de la quantité réelle d'eau adsorbée par 100 lb d'adsorbant sur la quantité d'eau adsorbée

$$Eff = X / X_S$$

$$\Rightarrow Eff = 0.837 = 83.7 \%$$

II.3.3. RECAPITULATION DES RESULTATS

Le tableau II.2, regroupe les résultats trouvés par rapport aux valeurs normatives (design).

Tableau II.2: Récapitulation des résultats

	Valeurs calculées	Valeurs de designs
D(ft)	6.72	7.5
Ht (ft)	11.2	11.2
tads (hr)	29.8	24

Après la comparaison des résultats trouvés par rapport aux valeurs de design, il nous apparaît que la section de déshydratation est en marge de design, parce que les valeurs calculées sont presque similaires à celles de valeurs de design.

II.4. PROLONGATION DU TEMPS D'ADSORPTION

Les calculs de vérification du déshydrateur trouvés sont semblables à ceux du design ce qui nous confirme la validité de la méthode adoptée ; nous avons appliqué cette méthode de calcul pour une teneur d'eau de 25ppm.

II.4.1. CALCUL DU TEMPS D'ADSORPTION

II.4.1.1. CALCUL DE LA HAUTEUR DE LA ZONE DE TRANSFERT DE MASSE

La hauteur de la zone de transfert de masse est calculée par la formule :

$$H_z = (225 * q_w^{0.7895}) / (U_{act}^{0.5506} * Y_{in}^{0.2646})$$

II.4.1.1.1. CALCUL DE DEBIT D'EAU

Le débit d'eau à l'entrée du sécheur est calculé par la formule suivante :

$$q_w = (4 * Y_{in} * Q * \rho_{GPL}) / (\pi * D_L^2)$$

Y_{in} : La teneur en eau dans la charge à l'entrée du déshydrateur exprimée en ppm
massique $Y_{in} = 25$ ppm.

- ❖ $\rho_{GPL} = 33.5 \text{ lb} / \text{ft}^3$.
- ❖ $DL = 7.5 \text{ ft}$.
- ❖ $Q = 10861.53 \text{ ft}^3 / \text{h}$.

$$\Rightarrow \boxed{q_w = 0.206 \text{ lb H}_2\text{O} / \text{ft}^2 \text{ hr}}$$

Nous remarquons que le débit d'eau est faible par rapport au débit d'eau calculé précédemment à cause de la chute de la teneur d'eau dans la charge.

Donc :

$$\Rightarrow \boxed{H_z = 1.43 \text{ ft}}$$

Nous remarquons que la zone de transfert a une relation directe avec le débit d'eau qui implique la diminution de la zone de transfert.

II.4.1.2. CALCUL DE LA HAUTEUR DE LA ZONE D'EQUILIBRE

La hauteur de la zone d'équilibre est donnée par la relation suivante :

$$H_s = H_t - H_z$$



$H_s = 9.77 \text{ ft}$

Contrairement à la zone de transfert de masse la hauteur de la zone d'équilibre augmente puisque nous avons gardé la même hauteur de lit.

II.4.1.3. ESTIMATION DE LA QUANTITE REELLE D'EAU ADSORBEE PAR

100 LB D'ADSORBANT

La quantité d'eau adsorbée est déterminée par la relation suivante :

$$X = X_s * [1 - (C * (H_z / H_s))]]$$

❖ $X_s = 16.29 \text{ lb d'eau / 100 lb d'adsorbant}$

Donc : $X = 15.22 \text{ lb d'eau / 100 lb d'adsorbant}$

II.4.1.4. CALCUL DE LA QUANTITE D'EAU ADSORBEE

$$M'_{ads} = ((H_s - (C * H_z)) * (X_s * D_L^2 * \rho_{tamis})) / 254.76$$

$$\Rightarrow M'_{ads} = 1434.49 \text{ Lb}$$

C'est la quantité d'eau qui devrait être adsorbée par le sécheur. La section de déshydratation est assez ancienne alors sa capacité d'adsorption diminue ce qui nous implique d'utiliser un Coefficient de correction estimé à 0.65 [5].

$$M_{ads} = 0.65 M'_{ads}$$

$$\Rightarrow M_{ads} = 932.42 \text{ lb}$$

Donc le nouveau temps d'adsorption jusqu'à saturation est :

$$t_{ads} = M_{ads} / (Y_{in} * Q * \rho_{GPL})$$

$$\Rightarrow t_{ads} = 102.5$$

II.4.2. DETERMINATION DE L'EFFICACITE D'ADSORPTION

L'efficacité d'adsorption est déterminée par la formule suivante :

$$Eff = X / X_s$$

$$\Rightarrow \text{EFF} = 93.43\%$$

Les résultats trouvés pour l'optimisation sont regroupés dans le tableau II.3.

Tableau II.3. Récapitulation des résultats obtenus.

Spécification	Valeur calculées
Hs (ft)	9,77
Hz(ft)	1,43
H ' (ft)	...
M ads (Lb)	932,42
tads(hr)	102,5

II.4.3.INTERPRETATION DES RESULTATS

D'après les résultats obtenus, nous avons trouvé un temps d'adsorption du déshydrateur de 102,5 heures au lieu des 24 heures (le temps de design). Cette augmentation du temps d'adsorption, se traduit par :

- ❖ Une diminution de nombre de cycle, par conséquent une augmentation de l'efficacité du tamis.
- ❖ Un pourcentage total d'utilisation du tamis en phase d'adsorption meilleure dans un cycle de 102.5 heures.
- ❖ Une préservation du tamis et une augmentation de sa durée de vie.

CONCLUSION

Il est nécessaire de rappeler qu'actuellement les sources d'énergie ont une part considérable dans notre économie nationale, ceci suppose que toute perte d'énergie quelque soit sa nature et sa dimension peut avoir un impact direct sur les coûts d'exploitation et les produits finis.

Le séchage du gaz via les tamis moléculaire au niveau du complexe GP2/Z consiste à ramener la teneur en eau dans le gaz d'alimentation de 100 à 5 ppm a la sortie des sécheurs, seulement à ce jour, le sécheur reçoit une teneur de 25ppm. Pour y remédier, les résultats de notre étude suggèrent une augmentation dans le temps d'adsorption, alors un gain énergétique en GN.et une durée de vie plus importante des tamis moléculaires.

Avec l'augmentation du temps d'adsorption, le nombre de régénération serait moindre donc le tamis sera moins exposé à hautes de températures lors de la séquence de chauffage.

La durée de vie du matériel sera plus longue du fait qu'avec un nombre de cycles moins important, le matériel sera exposé à moins de contraintes de pression et les contraintes de température.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Traitement des hydrocarbures « Institut Algérien du Pétrole ».
- [2] Manuel opératoire ; process : volume 1 et 2.
Document GP2-Z
- [3] Manuel opératoire complexe GP2/Z ; section déshydratation.
- [4] Z.ZEBOUJ projet de fin d'études pour le diplôme d'ingénieur spécialisé, optimisation
Du temps d'adsorption dans les sècheurs au niveau du complexe GP2/Z.
- [5] Département technique (service étude et développement).
- [6] Salle de contrôle de la zone d'exploitation du complexe GP2Z.
- [7] Aide-mémoire en génie chimique « adsorption ».
- [8] Yaws, C.L. et al ; « Hydrocarbonés : Déshydratation Data » ; chem. Eng. Vol.97 April
1990.
- [9] Grace ; les tamis moléculaire Caractéristiques et Applications Western Germany ;
Juin 1980.
- [10] Département technique (service étude et développement).
Spécification technique pour la fourniture de tamis moléculaire pour l'adsorption de
Charge (juillet 2009).
- [11] Analyse de laboratoire du complexe GP2/Z.
- [12] Dimensionnement des colonnes d'adsorption (Institut Algérien du Pétrole).
- [13] RUTHVEN D. M; principles of adsorption and adsorption process
John Wiley ET sons, New York.

SOLUBILITE DE L'EAU DANS LA CHARGE DE GPL

- Note 1. Calcul selon la procédure API
- 2. Source de charge = 13 (moyenne)

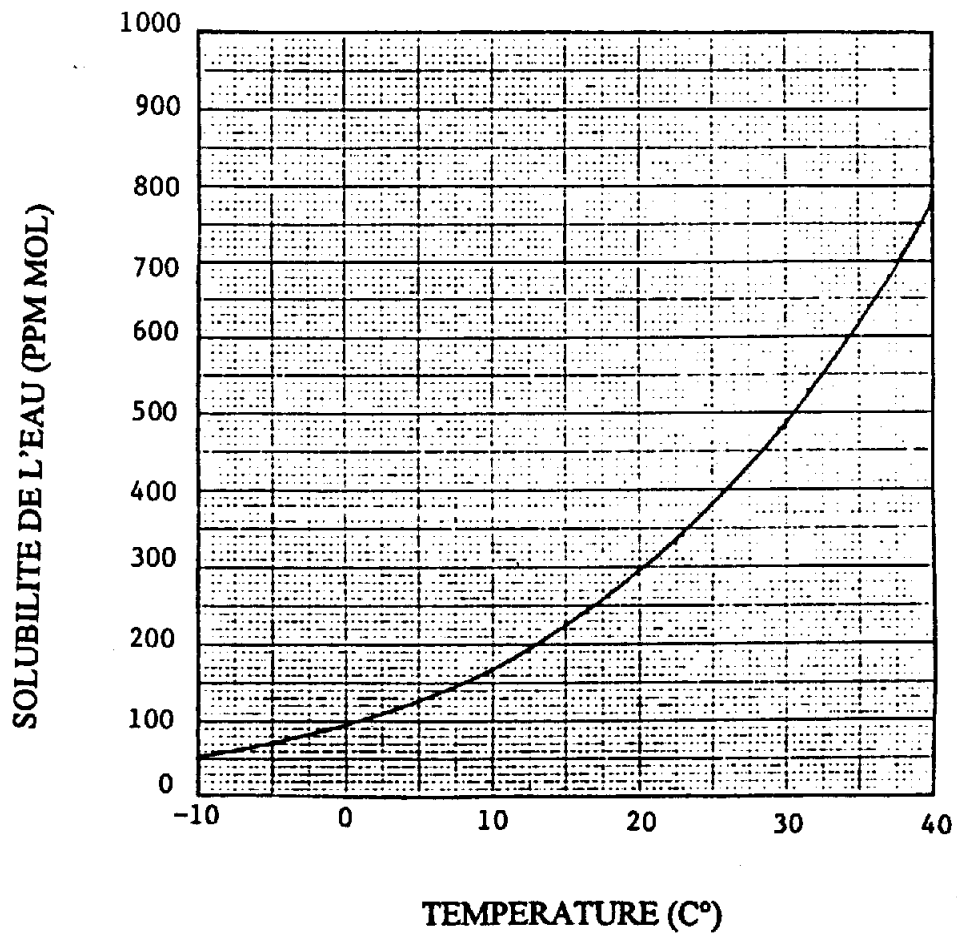


Figure 1: solubilité de l'eau dans la charge GPL.

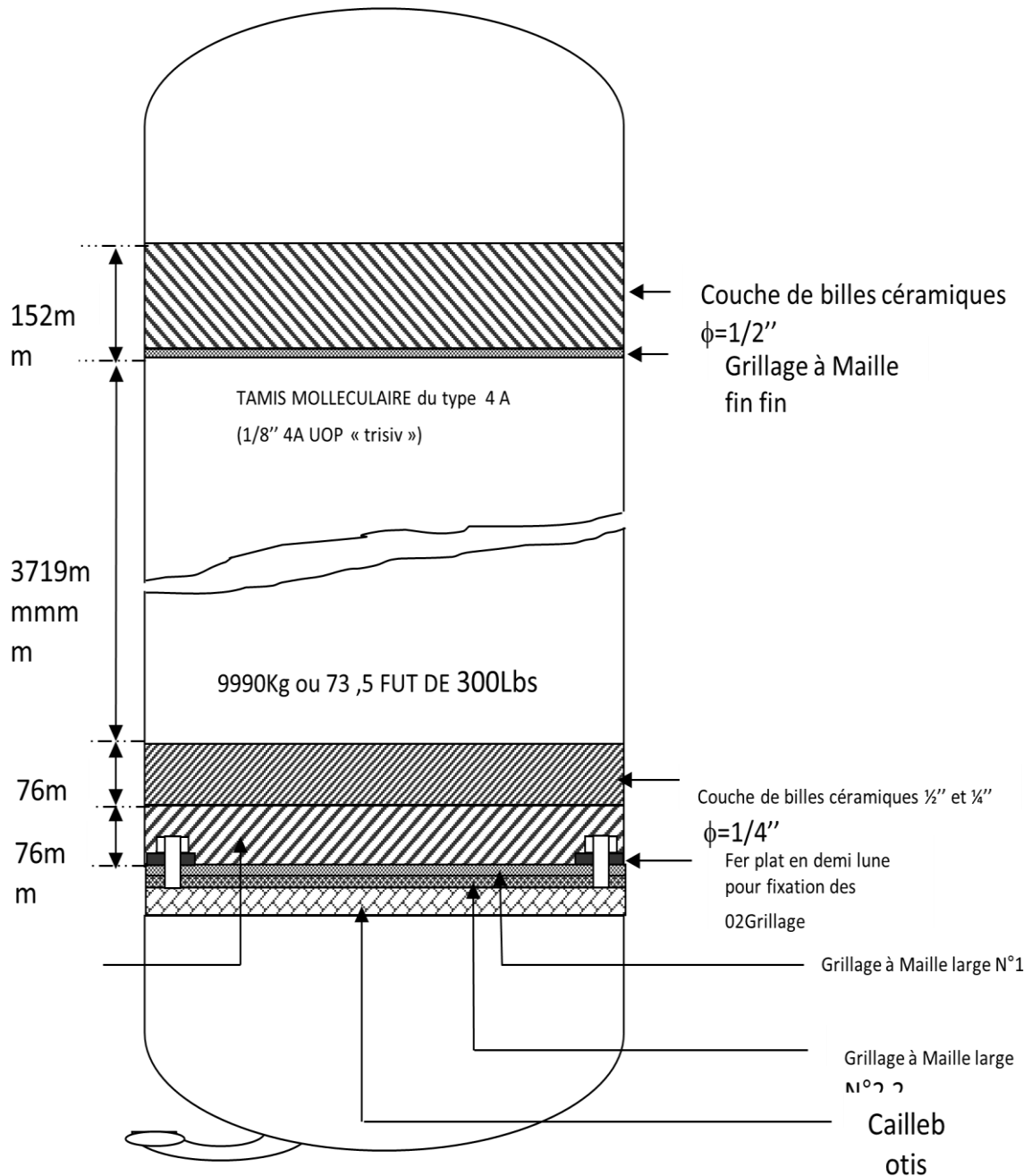


Figure 2 : la colonne d'adsorption.

GP2Z/T/TL/QUART

De: GP2Z/T/TL/ABIDAT
Envoyé: mercredi 4 avril 2018 14:04
À: GP2Z/T/TL/QUART
Objet: analyse d'humidité

2-1 Nouvelle analyse planifié pour l'utilisation d'hygromètre :

date	Equipements	Type d'analyse	observation
01/03/2018	Sortie déshydratation (avec SADP mini ex)	Analyse d'humidité	Humidité 4.63 ppm
15/03/2018	Sortie déshydratation (avec DP500)	Analyse d'humidité	Humidité 3.63 ppm
04/04/2018	Sortie déshydratation (avec DP500)	Analyse d'humidité	Humidité 5.00 ppm

Mme L. ABIDAT née BENCHAD
Ing chimiste GP2Z / T/TL
Poste 22 07-52 39
E-mail : labidat@avl.sonatrach.dz



Tableau 1 : les analyses d'humidité au sorite de la section déshydratation.

LES TAMIS MOLECULAIRES

Les tamis moléculaires sont différents des agents adsorbants traditionnels principalement par leur aptitude à adsorber des petites molécules tout en excluant de grandes molécules, si bien que des séparations peuvent être effectuées basées sur les différences de tailles des molécules.

Les tamis moléculaires, ou zéolithes, sont des aluminosilicates de métaux hydratés cristallins offrant un certain nombre de propriétés inhabituelles [7] [9].

Les propriétés du tamis moléculaire :

- ❖ une grande capacité d'adsorption.
- ❖ une stabilité thermique à des températures dépassant 500°C.
- ❖ une surface importante d'adsorption par unité de poids.
- ❖ une bonne vitesse de transfert de masse.
- ❖ une stabilisation de volume (pas de changement important durant le cycle d'adsorption).

La figure 3 donne la forme de certains types de tamis moléculaires.



Figure 3: Différent type de tamis moléculaires [4] [9].

TAMIS MOLECULAIRES SUR SES DIFFERENTES FORMES

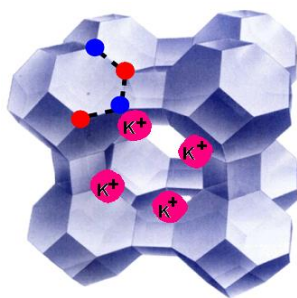
Les tamis moléculaires utilisés en traitement de gaz sont des aluminosilicates dont la structure cristalline forme des cavités constituant un réseau microporeux à l'échelle moléculaire. Cette structure comporte des cations qui ont un rôle de compensation de charge, selon leur nature, la taille des cavités d'accès varie.

Bien que les structures cristallines de certains tamis moléculaires soient quelque peu différentes, deux types A et X sont les plus connus et les plus importants autant qu'agents adsorbants commerciaux.

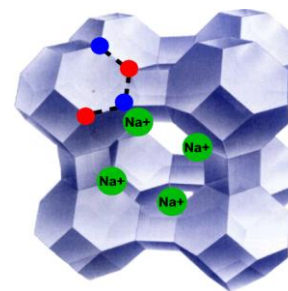
Les tamis de structure A, selon la nature du cation de compensation, la taille des cavités d'accès peut être de l'ordre de 3°A (tamis 3A), de 4°A (tamis 4A) ou de 5°A (tamis 5A). En sélectionnant un tamis de type 3A ou 4A, il est possible d'absorber l'eau au sein de la structure microporeuse tout en excluant les hydrocarbures [7] [9].

Les tamis moléculaires permettent d'obtenir des puretés du gaz traité élevées (teneur en eau de l'ordre de 1 ppm).

Au moment de sa formation, ce réseau cristallin est rempli d'eau mais par un chauffage modéré, l'humidité peut être éliminée des cavités sans modifier la structure cristalline.



Tamis moléculaire 3A



Tamis moléculaire 4A

Figure 4: formes des tamis moléculaires [7] [9].

Les tamis moléculaire utilisés dans le traitement du gaz au niveau du GP2Z sont les tamis (UOP type 4A-DG TRISIV 1/8).

FICHE TECHNIQUE DU TAMIS « UOP TYPE 4A-DG TRISIV 1/8 »

Les caractéristiques techniques du tamis moléculaires de ce type sont regroupées dans le tableau 2 ci après.

Tableau 2: Fiche technique du tamis moléculaire [3].

Propriétés	Caractéristiques
Diamètre nominale des pores (°A)	4
Diamètre des particules (mm)	1.6
Densité (kg/m ³)	700
Chaleur de désorption de l'eau (kcal/kg d'eau)	1800
Teneur en eau résiduelle (%)	2
Capacité en eau à l'équilibre (%)	21
Capacité calorifique (kcal/kg°C)	0.22
Formule chimique	$Na_{12}(AlO_2)_{12}(SiO_2)_{12}H_2O$

COMPOSITION A L'ENTREE DE CHARGE**Tableau 3 : La composition de GPL a l'entrée [10].**

COMPOSITION	POURCENTAGE
Ethane	1-2%
Propane	62-65%
I-butane	13-15%
N-butane	23-30%
I-pentane	21ppm
H₂O	100ppm

COMPOSITION A LA SORTIE DE SECHEUR [10]

- ❖ Débit GPL 180000 kg/ hr.
- ❖ H₂O <1PPM
- ❖ Lit de tamis moléculaire 9990 kg de UOP MOLSIV 4A(1/8)
- ❖ Profondeur du lit 3719 mm
- ❖ 76 mm couche billes céramique de ½'' pour le support du lit (partie supérieure)
- ❖ 76 mm couche de billes céramique de ¼ '' pour le support du lit (partie inférieure)
- ❖ 76 mm couche de bille céramique de ½ '' pour le support du lit (Partie inférieure)

Les caractéristiques principales d'un tel procédé sont les suivantes :

- ❖ La concentration en H₂O doit être faible .
- ❖ Il est peu recommandé pour les grands débits de charge .
- ❖ Le pourcentage résiduel d'eau est très faible .
- ❖ L'adsorbant est un produit cher et doit être remplacé tous les 3 ans.