



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid IbnBadis Mostaganem
كلية العلوم و التكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES



N° d'ordre : M2.../IP/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie des procédés

Option : Génie de pétrochimie

Thème

**La production d'ammoniac au niveau du complexe
FERTIAL d'Arzew.**

Présenté par :

1- Mr. LAHRECHE MOHAMED

2- Mr. OULDMILOUDE HOUCINE

Soutenu le /08/ 2020 devant les membres du jury composé de :

Présidente :	M ^{me} HEZIL Samira	MCA	Université de Mostaganem.
Examinatrice :	M ^{elle} MOUSSA Nawel	MAA	Université de Mostaganem.
Rapporteur :	M ^{me} BOUCIF Fatima	MCB	Université de Mostaganem.

Année Universitaire 2019/2020

Remerciements

*Notre parfaite gratitude et nos remerciements à **ALLAH** le plus puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour mener bien ce travail.*

Nous avons l'honneur et le plaisir d'adresser nos remerciements les plus sincères à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la préparation de ce modeste travail.

*Nos remerciements vont aux membres du jury qui ont accepté de juger ce travail et de manière particulière à madame **HEZIL SAMIRA** pour avoir accepté de présider ce jury ainsi que mademoiselle **MOUSSA NAWEL** pour avoir accepté d'examiner ce travail*

*Nous voudrions aussi exprimer notre reconnaissance à Mme **FATIMA BOUCIF** qui a acceptés d'être notre encadreur. Nous le remercions pour l'intérêt qu'il a porté à notre travail et la confiance qu'il nous a constamment témoignée et qui ont été pour nous très motivants.*

Pour la valeur du savoir et leur place chez le Bon Dieu, je tiens à remercier mes professeurs et je pris pour tous ceux et celles dont j'avais la chance d'être parmi leurs étudiants.

Nous ne pourrons terminer ces remerciements sans y associer nos collègues

Et nos amis.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes parents qui ont joué évidemment un très grand rôle dans cette mémoire en me donnant un environnement idéal dans mon enfance et en m'enseignant les valeurs d'humilité et d'honnêteté avec lesquels j'ai essayé d'aborder mon travail scientifique. Leur soutien moral et matériel m'a été indispensable tout au long de ces années d'études.

J'espère que ce travail leurs témoignera toute ma reconnaissance et mon estime à leurs égards.

Ma famille qui a joué évidemment un très grand rôle en sachant être patiente compréhensive à tout moment. Son soutien moral m'a été indispensable tout au long de ces années.

*A mes tés chers sœurs, mon frère **KACEM**, sa femme et ma petite **ALAA***

*Toute la famille **LAHRECHE** et **BOUDEBZA***

*Mes amis de la promotion master 2 génie de pétrochimie surtout Mr **HICHEM**,
M^{elle} **IBTISSEM**, M^{elle} **ISRAA**, Mr **LARIBI***

LAHRECHE MOHAMED

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents qui ont été toujours le guide de pames s dès mon enfance jusqu'à présent, leur présence me permet de voler vers un monde de paix et de sagesse.

Ma famille qui a joué évidemment un très grand rôle en sachant être patiente compréhensive à tout moment. Son soutien moral m'a été indispensable tout au long de ces années.

À mes tés chers sœurs et mes frères

Toute la famille OULDMILOUD et BAKRITI

*Mes amis de la promotion master 2 génie de pétrochimie surtout Mr HICHEM,
M^{elle} IBTISSEM, M^{elle} ISRAA, Mr LARIBI*

OULDMILOUD HOUCINE

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralités sur l'ammoniac	
I.1 Généralité sur l'ammoniac.....	2
I.1.1 Introduction.....	2
I.1.2 Histoire de l'ammoniac.....	2
I.1.3 propriétés physico-chimique de l'ammoniac.....	3
I.1.4 Utilisation.....	4
I.1.5 Risques.....	4
I.2 Théorie sur le processus de production l'ammoniac.....	6
I.2.1 Production d'azote et d'oxygène par séparation de l'air liquide.....	6
I.2.2 Préparation de l'hydrogène.....	6
I.2.3 Synthèse de l'ammoniac.....	7
I.2.4 Les procédés industriels.....	8
Chapitre II : Présentation du complexe FERTIAL-ARZEW	
II.1 Introduction.....	9
II.2 Direction de plateforme.....	9
II.3 Historique.....	10
II.4 Situation géographique du complexe.....	11
II.5 Capacité de production.....	11
II.6 L'objectif du complexe Fertial.....	11
II.7 Principale unités de production.....	12
II.7.1 unités de production de l'ammoniac NH ₃	12
II.7.2 unités de production de l'acide nitrique HNO ₃	12
II.7.3 unités de nitrate d'ammonium NH ₄ NO ₃	12

II.7.4 Les utilités.....	12
--------------------------	----

Chapitre III : Procédé de fabrication de l'ammoniac au niveau de FERTIAL-ARZEW

III.1 Introduction.....	13
III.2 Description générale suivant le procédé CHIMICO.....	13
III.2.1 Généralité.....	13
III. 2.2 Fabrication et contrôle dans l'unité de production	14
III.2.3 Identifications et nomenclateurs sur site.....	16
III.3 Description de différentes opérations.....	17
III.3.1 Craquage de méthane (reformage).....	17
III.3.1.1 Généralité de reformage.....	17
III.3.1.2 Opération du Reforming dans l'unité d'Arzew.....	17
III.3.2 Conversion de monoxyde de carbone.....	20
III.3.2.1 Généralité.....	20
III.3.2.2 Opération de conversion du monoxyde de carbone dans l'unité d'Arzew	21
III.3.3 Elimination de CO ₂ (décarbonatation).....	23
III.3.3.1 Généralité.....	23
III.3.3.2 Opération d'élimination de CO ₂ dans l'unité d'Arzew	23
III.3.4 Méthanisations.....	25
III.3.4.1 Généralité.....	25
III.3.4.2 Opération de méthanisation dans l'unité d'Arzew.....	25
III.3.5 Compression du gaz de synthèse.....	27
III.3.6 Synthèse d'ammoniac.....	27
III.3.6.1 Généralité.....	27
III.3.6.2 Opération de synthèse d'ammoniac dans l'unité....	27
III.3.7 Opération de réfrigération d'ammoniac.....	29
Conclusion	31
Référence et Bibliographie.....	32

Listes des figures

Figure I.1 : Molécule de l'ammoniac.....	2
FigureI.2 : Danger de l'ammoniac anhydre.....	5
FigureII.1: Fertial-Arzew.....	9
FigureII.2: Fertial Annaba.....	10
Figure III.1 : Diagramme de fabrication de contrôle.....	15
Figure III.2 : Schéma bloc de circuit de reformage primaire.....	18
Figure III.3 : Schéma de circuit de conversion de CO.....	22
FigureIII. 4 : Réactions qui libère et capte le dioxyde de carbone.....	24
Figure III.5 : Schéma de circuit de méthanisation.....	26
Figure III.6 : Schéma de circuit de synthèse d'ammoniac.....	28
FigureIII.7 : schéma de circuit de réfrigération d'ammoniac.....	30

Abbreviations

BASF: BadischeAnilin Soda Fabrik

TNT :TrintroBenzene – toluene

FERTIAL :Les fertilisants d'Algérie

UAN : Urée Ammonitaire

NPK : Azote, phosphate, potassium

SONATRACH : Société national de transport et de la commercialisation des hydrocarbures.

HTS: Hight Temperature of Shift.

LTS: Low Temperature of Shift.

MEA : monoéthanolamine

TEA : triéthanolamine

VI : Vapeur intermédiaire

VS : Vapeur supérieur

VH : Vapeur à haut pression

BP: basse pression,

MP :moyen pression,

HP: haute pression.

TICV: Temperature indicator controller valve.

LICV: level indicator controller valve.

TR:Temperature recoder.

TI: Temperature Indicator.

FICV: Flow indicator controller valve.

PPM : Partie par million.

Résumé

L'ammoniac est un composé chimique qui contient **82%** d'azote, incolore, toxique et a une odeur très irritante. Il est utilisé par les complexes industriels pour fabriquer des engrais, des explosifs et des polymères.

En Algérie, **FERTIAL** est l'une des usines produisant de l'ammoniac. Ce complexe utilise le gaz naturel et l'air comme matières premières, et c'est là que nous montrons dans notre travail la méthode d'obtention de l'ammoniac en général et à travers le procédé **CHIMICO** qui est installé ou adopté au niveau de **FERTIAL**

Ce travail, qui fait partie du projet de fin d'étude de master en génie de pétrochimie dans un système **LMD**, examine les différentes étapes et conditions de fabrication de l'ammoniac à travers le procédé **CHIMICO**.

Summary

Ammonia is a chemical compound that contains **82%** nitrogen, colorless, poisonous, and has a very irritating odor. complexes and industries to make fertilizers, explosives and polymers.

In Algeria, **FERTIAL** is one of the factories producing ammonia. This complexe uses natural gas and air as raw materials, and this is where we show in our work the method of obtaining ammonia in general and through the **CHIMICO** process, which is carried out at **FERTIAL**.

This work, which is part of the final master's project in petrochemical engineering in an **LMD** system, examines the different stages and conditions of manufacture of ammonia through

The **CHIMICO** process.

ملخص

الأمونيا مركب كيميائي يحتوي على 82% نيتروجين ، عديم اللون ، سام وله رائحة مزعجة للغاية. تستخدمه المجمعات الصناعية في صناعة الأسمدة والمتفجرات والبوليمرات.

في الجزائر (FERTIAL) هي إحدى المصانع المنتجة للأمونيا. يستخدم هذا المجمع الغاز الطبيعي والهواء كمواد خام وهنا نظهر في عملنا طريقة الحصول على الأمونيا بشكل عام ومن خلال عملية (CHIMICO) التي يتم تركيبها المعتمدة على المستوى (FERTIAL).

هذا العمل ، الذي يعد جزءًا من مشروع الماجستير النهائي في هندسة البتروكيماويات في نظام LMD ، يدرس المراحل والظروف المختلفة لتصنيع الأمونيا من خلال عملية CHIMICO.

Introduction générale

L'ammoniac est avec l'acide sulfurique et l'un des plus importants produits chimique de synthèse de point de vue des quantités produites. Il est utilisé à près de 90% pour la fertilisation des sols et la production des engrais, de ce fait, la consommation d'ammoniac devrait suivre la croissance de la population de la planète.

L'Algérie a opté pour une stratégie de développement de complémentarité entre l'industrie et l'agriculture par la création des usines de production des fertilisants à base d'ammoniac, utilisant sa richesse en gaz naturel.

FERTIAL est l'une des grandes usines exportatrices de l'ammoniac dans le monde, elle utilise le gaz naturel venant de Hassi-R'mel et l'eau de mer ainsi que l'air atmosphérique comme matières premières pour la production de l'ammoniac dans des conditions et des paramètres industrielles adéquats.

Ce travail, qui entre dans le cadre d'un projet de fin d'étude de master en génie de pétrochimie dans le système LMD, discute les différentes étapes des processus de fabrication industrielle de l'ammoniac, à l'intérieur de FERTIAL.

Le travail présenté dans ce mémoire s'articule sur deux parties principales : une partie théorique et une partie expérimentale.

La première partie est consacrée à l'étude bibliographique, elle contient deux chapitres. Dans le premier chapitre nous mettons l'accent sur les fondements de l'ammoniac et dans le second nous présentons le complexe Fertial-Arzew.

La deuxième partie est présentée dans le chapitre III, elle est relative à l'étude expérimentale qui porte sur le procédé de fabrication de l'ammoniac au niveau de Fertial-Arzew.

Enfin, une conclusion et des recommandations.

I. 1. Généralités sur l'ammoniac

I. 1.1. Introduction

L'ammoniac est un composé chimique de formule NH_3 . Les atomes d'hydrogène sont obtenus à partir du gaz naturel, du vapeur d'eau et l'atome d'azote obtenu à partir du vapeur d'air. Il se présente sous les deux formes gazeuses et liquides. Sous sa forme gazeuse, l'ammoniac est incolore et irritant (d'odeur piquante à faible dose), il est plus léger que l'air. Il peut provoquer des brûlures et des irritations pulmonaires. Le NH_3 est également considéré comme un déchet dangereux pour l'environnement et la santé.

Dans des conditions particulières, l'ammoniac est capable de former un mélange explosif avec l'air. L'inflammation exige à la fois une température élevée et une grande énergie de la source d'allumage. Dans les conditions usuelles de température et de pression l'ammoniac se présente sous forme gazeuse, mais il est généralement stocké et transporté sous forme de gaz liquéfié sous sa propre pression de vapeur saturante. Il est largement utilisé dans la fabrication des engrais, des produits ménagers et dans l'industrie textile. En tant que l'un des produits chimiques les plus synthétisés au monde, on le retrouve aussi dans de nombreuses autres industries.

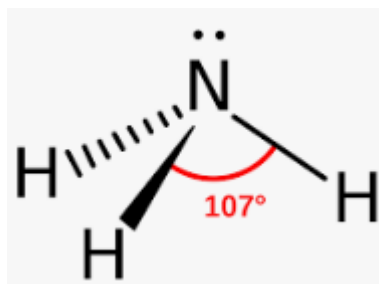


Figure I. 1 : Molécule de l'ammoniac

I. 1.2. Histoire de l'ammoniac

L'ammoniac a d'abord été séparé par **Joseph Priestly** en **1774**, scientifique en 1784, l'ammoniac prouvée contient de l'azote et de l'hydrogène dans le rapport 1: 3 par volume.

W. Henry a confirmé la formule chimique comme NH_3 en **1840**. Depuis lors, la production d'ammoniac synthétique a été étudiée sérieusement. **Dobbeiner** a synthétisé l'ammoniac pour la première fois à partir de ses éléments.

Au début du vingtième siècle, deux scientifiques, **F. Habber et C. Bosch** ensemble, ils ont développé un processus de synthèse d'ammoniac. Même aujourd'hui, toutes les installations modernes d'ammoniaque utilisent le processus de base de **Haber-Bosch** avec des modifications.

La première usine d'ammoniac a été fixée par **BASF**, en Allemagne avec une capacité de 30 tonnes par jour en 1913. [1]

I. 1.3. Propriétés physico- chimique de l'ammoniac

Tableau I. 1 : Les propriétés physico- chimique de l'ammoniac.

Formule brute	NH ₃
Ammoniaque	NH ₄ OH
Synonymes	Ammoniac anhydre, Ammoniac
Masse molaire	17,03 g/mol INRS,
Densité relative (eau = 1)	0,7 à -33°C Densité de vapeur (air = 1) : 0,6
Aspect	C'est un gaz légèrement coloré à température ambiante.
Odeur	Piquant, suffoquant.
PH en solution aqueuse à 1%	11,7 <> 6
Point de fusion	-77,7 °C
Point d'ébullition	- 33,4 °C (a 101,3 kPa)
Limites d'explosivité	16-27 % en volume en air à 0 °C.
Température auto inflammation	651 °C
Pression de vapeur	101,3 kPa à 25 °C.
Densité de vapeur relative	0,6 (air =1).
Solubilité dans l'eau à 20°C	Totalement soluble, e.g. 529 g/l.
Solubilité dans les solvants. Organiques	Soluble dans l'alcool, acétone, Chloroforme.
Densité du liquide	0,6386 g/cm ³ (à 0°C, 101,3 kPa).
Densité du gaz	0,7714 g/l (à 0°C, 101,3 kPa).

I. 1.4. Utilisation

Sous forme gazeuse, l'ammoniac est utilisé par l'industrie pour la fabrication :

- **d'engrais** : Le NH_3 est principalement utilisé dans la production d'engrais ; de l'ammoniac (contenant 82 % d'azote) sert parfois aussi d'engrais azoté gazeux.
- **d'explosifs** : fabrication de l'acide nitrique qui est la base de TNT
- **Polymères** : L'ammoniac est un ingrédient de la fabrication de divers polymères (plastique... etc.) [2]

D'autres utilisations moins courantes sont :

- la transformation des métaux ;
- l'industrie du cuir ;
- l'industrie des pâtes et papiers ;
- les aliments et les boissons ;
- la production des médicaments ;

Détection des fuites

Du fait de son odeur particulière, une fuite d'ammoniac est facilement identifiable à l'odorat. La recherche de fuite se fait, le plus souvent, à l'aide de détecteurs électroniques ou de papiers imbibés de phénolphtaléine. La recherche de fuite sur une installation d'ammoniac ne peut se faire qu'à l'aide d'un appareil respiratoire isolant du fait de sa très forte toxicité.

I. 1.5. Risques

Toxicité

Les vapeurs d'ammoniac sont très toxiques par inhalation ou par usure par contact et provoquent une irritation de la peau, des yeux et du système respiratoire. Le contact direct avec l'ammoniac liquéfié peut provoquer des engelures, des brûlures et des lésions oculaires jusqu'à la cécité.[3]


Incendie et explosion

Mélangé à l'air, l'ammoniac présente, dans certains cas un risque d'explosion. Ce risque peut généralement être considéré comme faible. En effet, l'allumage est difficile ; de plus une explosion violente n'est possible qu'en cas de confinement ou d'amorçage énergétique. [4]

Comportement dans l'environnement

L'ammoniac bout violemment et s'évapore partiellement ; il se dissout rapidement dans l'eau en formant une solution aqueuse, l'ammoniaque, corrosive et alcaline, ayant un pH supérieur à 11.

L'ammoniac est très volatil (pression de vapeur : **890 kPa à 20°C**) et libère donc des vapeurs lorsqu'il se déverse. Ses vapeurs étant moins denses que l'air (**d = 0,6**), elles devraient avoir tendance à s'élever ; cependant, l'ammoniac déversé en grande quantité peut produire un nuage de vapeur blanchâtre, qui se comporte alors comme un gaz lourd et se déplace au ras de l'eau ou au sol. [13]



Toxic Danger pour le milieu aquatique Corrosif Gaz sous pression

Danger

AMMONIAC ANHYDRE

- H221 - Gaz inflammable
- H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux H331 - Toxique par inhalation
- H400 - Très toxique pour les organismes aquatiques

Les conseils de prudence sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008. 231-635-3

Figure. I.2 : Danger de l'ammoniac anhydre

I. 2. Théorie sur le processus de production de l'ammoniac**I. 2.1. Production d'azote et d'oxygène par séparation de l'air liquide**

L'air est un mélange gazeux constitué de : azote 78,03%, oxygène 20,93 %, argon 0,94%. En outre il contient également en faible quantité (H₂, Ne, He, Kr, Xe, CO₂).

Pour séparer l'air en constituant on utilise la méthode de la rectification d'air liquide qui est basé sur la différence de température d'ébullition de chacun des gaz la seule complication c'est la liquéfaction de l'air gazeux.

I. 2.2. Préparation de l'hydrogène

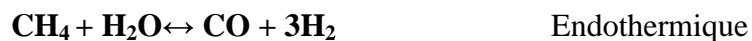
L'hydrogène est obtenu par l'un des procédés suivants :

-Par conversion, c'est à dire, par réaction de l'oxyde de carbone avec la vapeur d'eau selon la réaction réversible suivante :

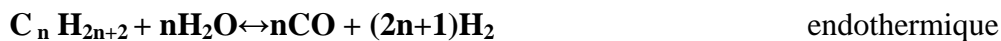


-Par le procédé du cracking (décomposition du CH₄ en ses composants);

-conversion des hydrocarbures gazeux : par réaction du méthane ou d'autres hydrocarbures avec la vapeur d'eau, CO₂ et l'oxygène.



Tandis que les réactions avec ses homologues se fait de manière suivantes :



L'oxyde de carbone formé est ensuite oxydé par la vapeur d'eau :



La réaction totale de la conversion de CH_4 par la vapeur d'eau est endothermique avec dépense de chaleur de l'ordre de 168,4 kcal/mole, elle est mesurée à une température comprise entre 810 - 1000°C et avec une pression voisine de l'atmosphère, en présence de nickel comme catalyseur activé par l'oxyde d'aluminium, de magnésium et chrome.



I. 2.3. Synthèse de l'ammoniac

a. Etude théorique de la réaction

La synthèse de l'ammoniac est une réaction réversible qui se déroule de gauche à droite avec diminution de volume et dégagement de chaleur. Par conséquent, en augmentant la pression et en diminuant la température d'équilibre la réaction se déroulera dans le sens formation de l'ammoniac sous présence de catalyseur la réaction s'effectue très lentement, dans ce cas on a procédé à des recherches afin que la vitesse de réaction soit optimale.

Ces recherches ont aboutis à certaine conclusion :

- ✓ La réaction doit être mesurée à une température non inférieure à 400 – 500°C et en présence d'un catalyseur solide.
- ✓ Les corps qui peuvent être utilisés comme catalyseur sont les suivants : Fe, Platine, manganèse, rhodium, uranium.

Cependant du point de vue économique c'est plutôt le fer qui est, dans la synthèse d'ammoniac, utilisé comme catalyseur l'industrie employons tout d'abords comme catalyseur le fer en présence de 2 activateurs : Al_2O_3 et K_2O .



b. Méthode industrielles de la synthèse d'ammoniac :

Dans l'industrie la synthèse d'ammoniac est réalisée dans des pressions variant entre 100 et 1000 atmosphères et selon la pression utilisée on distinguera les procédés de basse pression (100 atm), de

pression moyenne (200-350 atm) et de haute pression (750-1000 atm),[Le procédé le plus utilisée et celui de pression moyenne (300 atm)].

Le mélange gazeux azote-hydrogène en traversent la couche du catalyseur n'est pas transformé complètement en ammoniac. En pratique le gaz sortant des appareils de catalyse contient 18 % de NH_3 .

Dans ces procédés le mélange gazeux sortant de l'appareil de contact et refroidit, l'ammoniac est condensée, séparé du gaz et envoyés vers le stockage, tandis que le mélange (N_2 , H_2) non réagit renvoyé dans l'appareil de circulation.[5]

I. 2.4. Les procédés industriels

Les différents procédés de la production d'ammoniac sont :

- Procédé Kellogg ;
- Procédé Chemico ;
- Procédé Uhde ;
- Procédé Fauser-Montecatini ;
- Procédé Grande paroisse ;
- Procédé ICI ;
- Procédé Foster Wheller-Casale ;
- Procédé Pritchard.

Chapitre II

Présentation du complexe

FERTIAL-ARZEW

II. 1. Introduction

FERTIAL, est l'une des plus grandes usines de production et d'exportation d'ammoniac au monde, Ce complexe utilise le gaz naturel et l'air comme matières premières.

La société **FERTIAL** issue d'un partenariat signé en 04/08/2005 entre le groupe Algérien Asmidal et le groupe Espagnole **GrupoVillarMir**. Elle est composée en deux pôles industriels de production : Annaba et Arzew

II. 2. Direction de plateforme

➤ **Complexe d'Arzew**

Situé sur la côte ouest dans la zone industrielle d'Arzew (Oran).

Entourné de l'industrie pétrochimique (Sonatrach, Sonal gaz, Fertilge)

L'usine s'étend sur une superficie de 110 hectares

Il existe de nombreuses entreprises de services dans la zone

Fabrication de

Ammoniac ;

Acide nitrique ;

Nitrate d'ammonium ; UAN (urée Ammonitrate à 32% d'Azote).

CAN27 (Calcium Ammonitrate) à 27% d'azote



Figure II.1: FERTIAL-ARZEW

➤ **Complexe d'Annaba**

Situé sur la côte est, dans la zone industrielle d'Annaba.

L'usine s'étend sur une superficie de 103 hectares.

Fabrication de

Ammoniac ;

Acide nitrique ;

Nitrate d'ammonium ;

UAN(Urée Ammonitrate à 32% d'Azotes) ;

NPK(Engrais complexe binaires et ternaires) ;

SSP(Engrais super phosphate simple). [6]



Figure II. 2 : FERTIAL-ANNABA

II. 4. Historique

L'usine d'Arzew ou le complexe d'engrais azoté /Arzew est la 1ere unité pétrochimique mise en Algérie pour la production d'ammoniac. Elle a été installée dans les années 1960 à l'intérieur de la zone industrielle d'Arzew et dépendait à l'époque de l'entreprise nationale d'hydrocarbure SONATRACH. La mise en route des différentes unités de production du complexe a eu lieu en mars 1963.

Compte tenu des besoins sans cesse croissant en matière d'engrais à échelle nationale il était devenu nécessaire d'étendre la capacité de production.

En effet le contrat pour la construction d'unité d'ammoniac a été signé en 1971 entre la « SONATRACH » et la société française « CREUSOTE LOIRE ENTREPRISE » selon le procédé KELLOGG.

Un 2ème contrat a été signé en juillet 1974 avec la société autrichienne « VOEST ALPINE » pour la construction des deux unités d'acide nitrique et de nitrate d'ammonium.

En 1984 la restructuration de l'entreprise nationale « SONATRACH » a donné naissance à 13 entreprises dont l'entreprise nationale des engrais et des produits phytosanitaires appelée communément « ASMIDAL » qui englobe le complexe d'ammoniac et d'engrais azoté d'Arzew. [7]

II. 4. Situation géographique du complexe

Le complexe FERTIAL, d'une superficie de **110 ha** avec un effectif de 520 employés c'est situé au bord de la mer sur la plateforme industrielle **d'Arzew à l'ouest d'Oran**, à l'est d'Arzew et à l'ouest de **Bethioua** sur une superficie de **90 ha** construite en **1970** et une autre zone de **20 ha** construite en **1984**.

II. 5. Capacité de production

La capacité de production annuelle est comme suit :

- **Ammoniac** : avec une capacité de production annuelle de 660,000 tonnes.
- **Acide Nitrique** : avec une capacité de production annuelle de 240,000 tonnes.
- **Nitrate d'Ammonium** granulé à 34,5% d'azote à usage hospitalier et pour la fabrication des explosifs, ainsi que le CAN (Calcium Ammonitrate) à 27% d'azote : 220,000 tonnes.

II. 6. L'objectif du complexe FERTIAL

- Promouvoir et développer l'industrie des engrais et des produits phytosanitaire.
- Production et exportation d'engrais et d'ammoniac.
- Satisfaire le marché national et mondial des engrais azotés.

II. 7. Principales unités de production

II. 7.1. Unités de production de l'ammoniac NH_3

Cette unité produit 1000t/j d'ammoniac liquide à partir de matières premières, de gaz naturel (GN), d'eau et vapeur d'air. Pour cette production FERTIAL dispose deux procédés :

- Unité à procédés CHIMICHO
- Unité à procédés Kellogg

II. 7.2. Unités de production de l'acide nitrique HNO_3

C'est une importante unité qui permettant produit l'acide nitrique à partir de l'air atmosphérique et l'ammoniac dans ce complexe en présence d'un catalyseur qui est le platine rhodien avec une capacité de production annuelle 2400.000 tonnes.

II. 7.3. Unités de nitrate d'ammonium NH_4NO_3

Cette unité produit le nitrate d'ammonium avec une capacité de production annuelle de 250,000 tonnes.

II. 7.4. Les utilités

Trois centres utilités pour :

- Le traitement d'eau de mer
- La production d'eau distillée
- La production de vapeur d'eau.

Et autres unités :

- Un groupe turbo alternateur pour la production d'énergie électrique.
- Deux unités de stockages et de conditionnement des engrais.
- Un centre pour le stockage d'ammoniac.
- Un laboratoire pour les analyses chimiques et physiques. [8]

Chapitre III

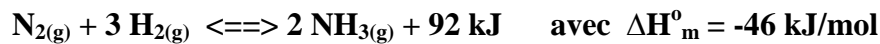
Procédé de fabrication de l'ammoniac au
niveau de FERTIAL-ARZEW

III. 1.Introduction

De nombreux aspects et principes fondamentaux qui sont régis par l'équilibre chimique sont appliqués dans le monde entier dans la production industrielle d'ammoniac. La production annuelle s'élève à environ 200 millions de tonnes.

Dans ce chapitre On traite la méthode de l'obtention de l'ammoniac de la façon générale et par le procédé CHIMICO réalisé au niveau de **Fertial** Prépare l'ammoniac à partir d'H₂ et d'N₂.

L'augmentation de l'enthalpie ΔH°_m lors de la synthèse est de -46 kJ par mol d'NH₃. La réaction d'équilibre est :

**III. 2. Procédé de fabrication de l'ammoniac****III. 2.1. Généralité**

L'unité est conçue de produire de 500 à 1000T/jour d'ammoniac anhydre suivant le procédé CHEMICO.

Le gaz naturel d'alimentation est introduit directement au four de reforming. Le reforming primaire du gaz naturel avec la vapeur est effectué dans des tubes catalytiques pour former principalement une concentration en méthane CH₄ qui varie entre 7 et 12% à la sortie du four avec une formation d'hydrogène H₂, le monoxyde de carbone CO et le dioxyde de carbone CO₂.

Dans la seconde étape de reforming, on ajoute de l'air à ce courant de gaz pour obtenir N₂ et une concentration en CH₄ de 0,25 à 0,75%.Le CO est éliminée du gaz dans l'opération de conversion catalytique dans deux étapes, une à haute température et une autre à basse température, en réduisant la teneur en CO dans le gaz à des valeurs inférieures à 0,60%. Le CO₂ et la vapeur d'eau sont éliminés du gaz dans la section d'élimination de CO₂, le premier par l'absorption avec une solution Triéthanolamine (TEA) et une autre Monoéthanolamine (MEA), la vapeur d'eau est éliminée par condensation et séparation. Une partie du CO₂ éliminé du gaz est récupérée pour être envoyée au Complexe ENIP.

Le CO et CO₂ résiduels sont transformés en méthane (CH₄) dans l'opération de Méthanisation catalytique. Le gaz de synthèse une fois comprimé dans l'opération de compression de 160 jusqu'à 234bars eff.est introduit au circuit de synthèse d'ammoniac.

Dans un convertisseur catalytique ou les condition physiques de pression et température sont de l'ordre de 158 à 233 bars ,380 à 510°C, on obtient du gaz d'ammoniac. A travers plusieurs échangeurs de chaleur, le gaz d'ammoniac est refroidi, condensé puis séparé.

Le liquide d'ammoniac obtenu est envoyé vers des ballons de détente pour le but de l'opération de réfrigération, puis vers deux bacs de stockage cryogénique d'ammoniac. [9]

III. 2.2. Fabrication et contrôle dans l'unité de production 10I

Le diagramme ci-dessous présente les déférentes opérations à effectuer pour fabriquer de l'ammoniac

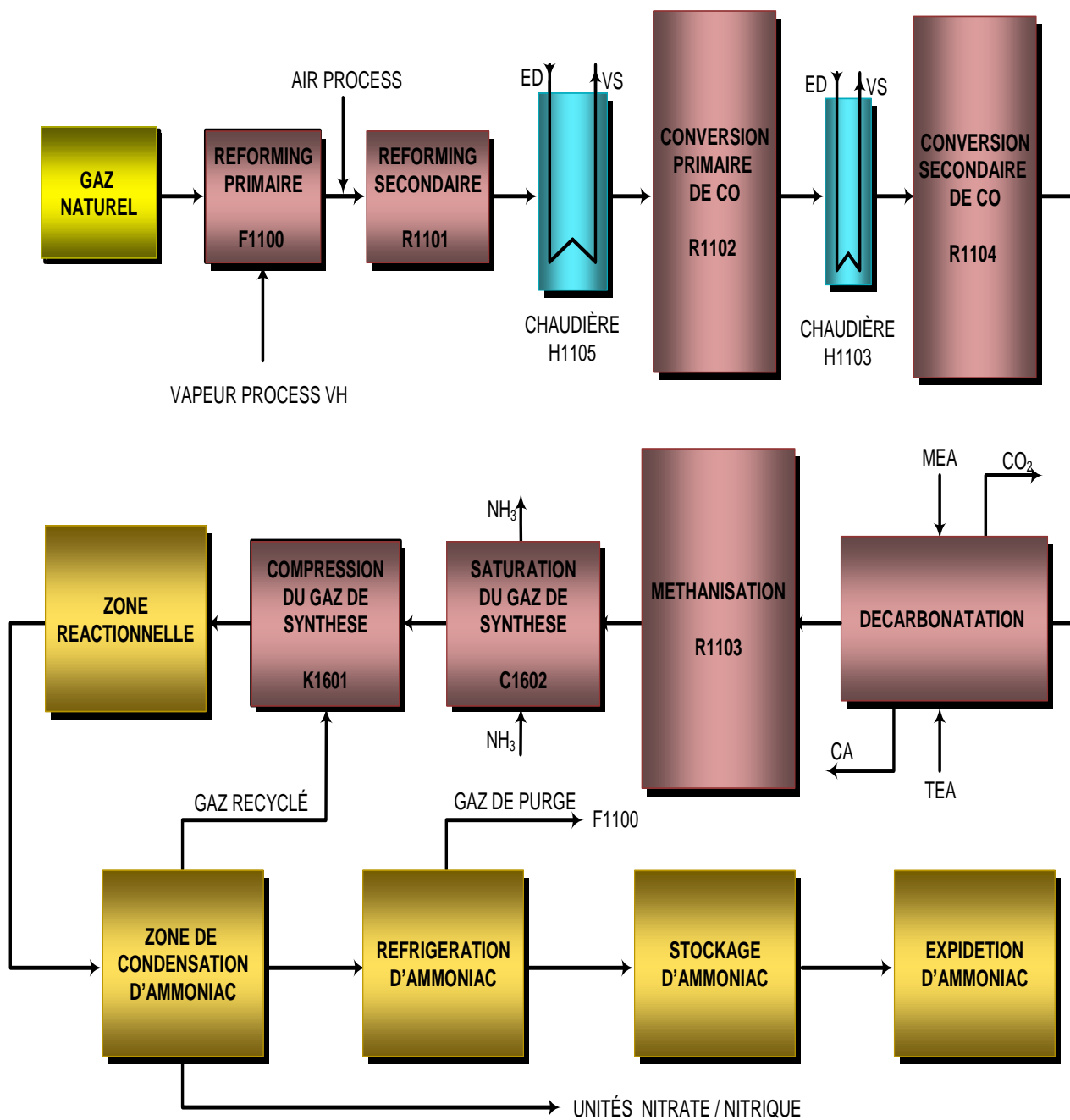
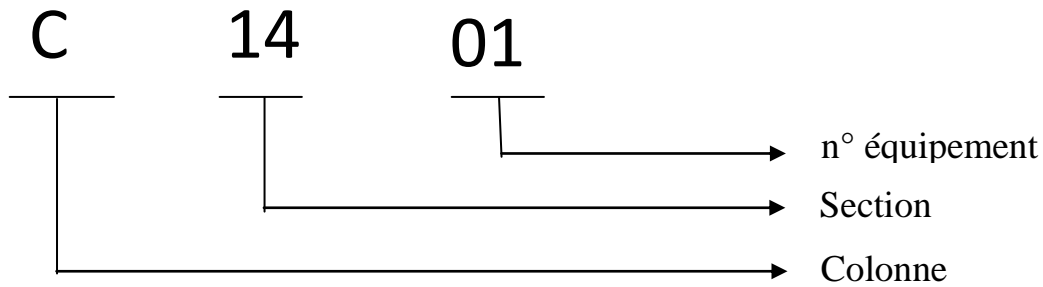


Figure III.1 : Diagramme de fabrication et de contrôle

III. 2.3. Identifications et nomenclateurs sur site

L'identification des équipements est définie par un code alphanumérique. Elle indique :

- La fonction de l'équipement.
- Le numéro de l'unité ou de la section dans laquelle est intégré l'équipement.
- Le numéro d'ordre de l'équipement.



a. Équipements :

- **F** : four
- **B** : ballon
- **E** : échangeur
- **K** : compresseur
- **P** : pompe
- **R** : réacteur
- **T** : tank (réservoir)
- **C** : colonne
- **KT** : turbine du compresseur
- **KP** : turbine de la pompe
- **M** : moteur
- **H** : chaudière
- **S** : filtre/cheminée

b. Section :

- **11** : reforming
- **14** : décarbonatation
- **16** : compression
- **17** : synthèse
- **19** : réfrigération

III.3. Description du procédé de production de l'ammoniac**III. 3.1. Craquage de méthane (reformage)****III.3.1.1. Généralité**

Le principe du procédé de reformage est de faire réagir chimiquement du méthane (CH_4) avec de la vapeur d'eau (H_2O) dans un four de craquage (reforming primaire) en suite dans un réacteur (reforming secondaire).

III.3.1.2. Opération du Reforming dans l'unité d'Arzew

Le procédé de reforming à la vapeur est effectué en deux étapes :

- ✓ Reforming Primaire.
- ✓ Reforming Secondaire.

Le gaz naturel est mélangé avec la vapeur d'eau à la pression moyenne de 25 à 35bars, et commandé par le régulateur du débit FIC1103, le mélange est injecté au reforming primaire dont le rapport vapeur/gaz doit être conformément à la valeur de 3,8 à 4,6.

Le reforming primaire est un four avec 208 tubes catalytiques suspendus verticalement à l'intérieur, les tubes sont distribués dans 2 rangées de 104 tubes chacune. Les tubes sont principalement remplis du catalyseur à base de nickel (14%). L'uniformité de la répartition de chaleur le long du four est assurée par une conception spéciale des brûleurs. [10]

Dans le four de reforming primaire il y a deux zones :

- ✓ Zone de radiation où la réaction de reforming s'effectue.
- ✓ Zone de convection qui comporte un certain nombre de faisceaux de récupération de chaleur des fumées.

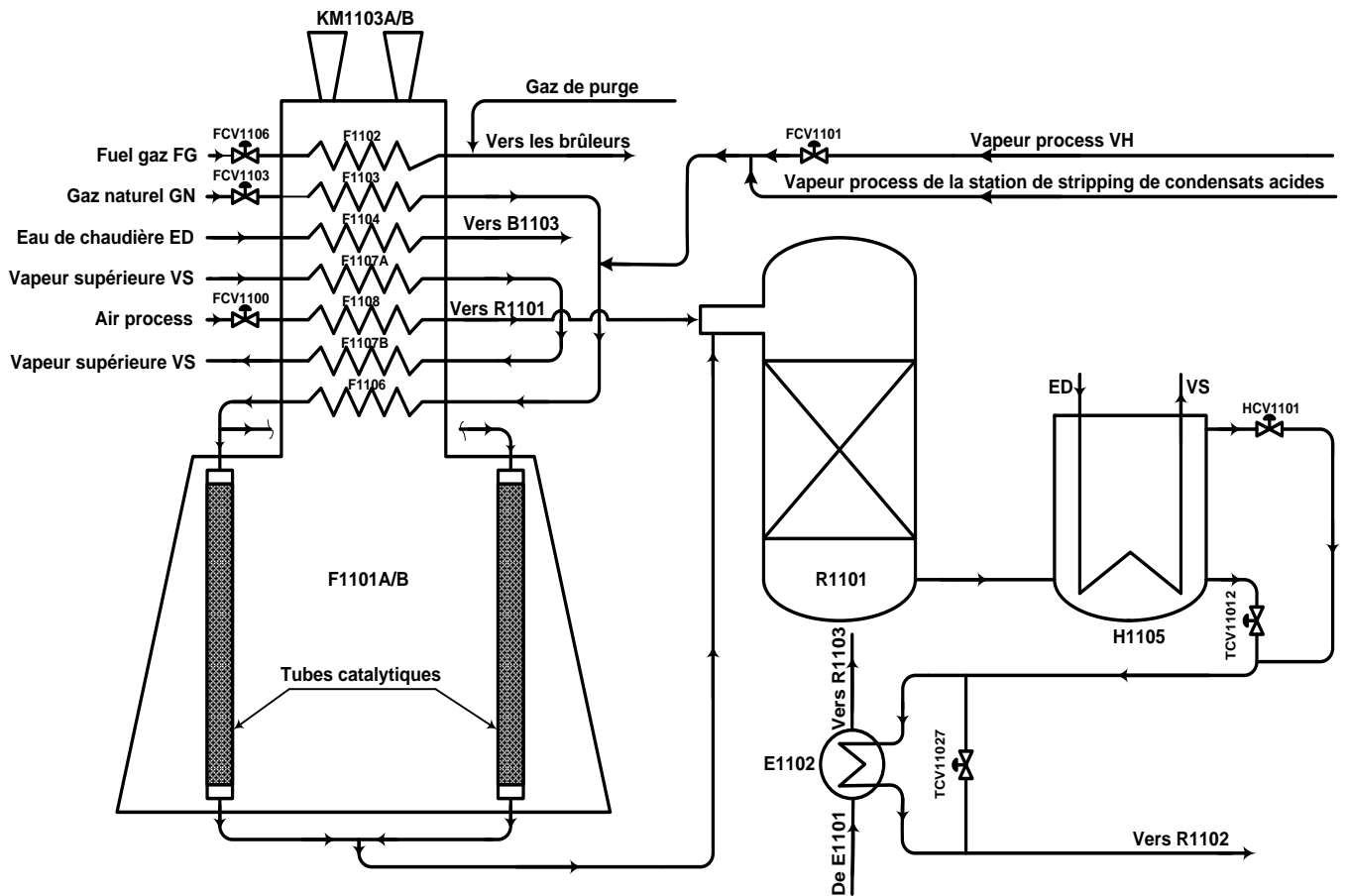


Figure III.2 : Schéma bloc de circuit de reformage

Le gaz naturel est à l'origine sans soufre, il est avant préchauffé jusqu'à 290 - 330°C dans le réchauffeur F1103, à la sortie il est mélangé avec la vapeur à haute pression VH, le mélange passe dans le réchauffeur F1106 où sa température sera à 495 - 550°C, les deux réchauffeurs se situent dans la zone de convection.

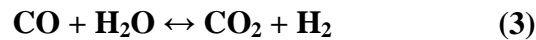
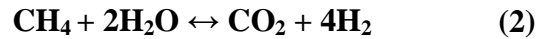
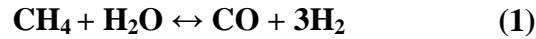
Le mélange est alors introduit dans les tubes catalytiques se trouvant dans la zone de radiation où une partie de gaz naturel réagit endothermiquement avec la vapeur pour former les oxydes de carbone et de l'hydrogène.

La chaleur nécessaire à la réaction endothermique est obtenue par la combustion de gaz dans les brûleurs principaux dont le nombre est de 160 brûleurs et qui sont situés dans la zone de radiation, ce gaz est constitué de gaz naturel et de gaz de purge.

La chaleur de fumées qui quittent le reforming primaire est récupéré dans une série de faisceaux situés dans la zone de convection. Cette zone est équipée de 10 brûleurs auxiliaires qui fournissent de la chaleur

supplémentaire nécessaire au respect des températures de sortie des différents faisceaux, les fumées sont éliminées de la zone de convection par deux ventilateurs qui envoient ces fumées à l'atmosphère par l'intermédiaire de cheminés.

Les principales réactions chimiques qui se passent dans le reforming primaire sont :



Les réactions (1) et (2) sont endothermiques et la réaction (3) est exothermique.

Ces réactions ont lieu le long de la masse de catalyseur dans les tubes, la température du gaz à la sortie du reforming primaire est de 730°C à 810°C, ceci est en fonction de la charge de l'unité et l'activité de catalyseur, cette activité est surveillée en permanence par l'analyse de gaz à la sortie des tubes catalytiques en particulier la teneur en CH₄ qui est de 7% à 12% comme valeur normale.

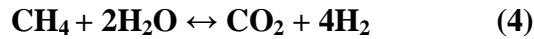
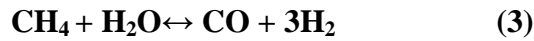
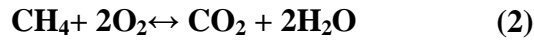
Le gaz process qui sort du reforming primaire passe dans le réacteur de reforming secondaire R1101 qui comprend un lit chargé de catalyseur à base de nickel (12%). Le gaz est alors mélangé avec l'air process déjà comprimé dans le compresseur K1104 puis chauffé de 490 - 560°C dans le préchauffeur F1108 situé dans la zone de convection du four.

L'oxygène de l'air process réagit exothermiquement avec une partie de l'hydrogène H₂ et de méthane CH₄ du gaz process sur le lit catalytique du réacteur R1101. L'élévation de température due à la réaction permet un reforming plus poussé (réaction endothermique).

La quantité d'air process envoyée dans le réacteur R1101 est calculée de manière à introduire dans le circuit la quantité d'azote N₂ nécessaire à la réaction de synthèse, cette quantité est réglée par action sur FIC1100 qui commande la vanne FCV1100 située au refoulement du compresseur K1104.

A la sortie du réacteur R1101, le gaz process passe dans la chaudière de récupération de chaleur du gaz reformé H1105 où il est refroidi jusqu'à 309 – 380°C en produisant de la vapeur supérieure VS, la température du gaz à la sortie de la chaudière H1105 est contrôlée par la TIC11012 qui agit sur la vanne TCV11012 située sur le by-pass de la chaudière.

Les principales réactions chimiques qui se passent dans le reforming secondaire sont :



Les réactions (1) et (2) sont exothermiques et les réactions (3) et (4) sont endothermiques.

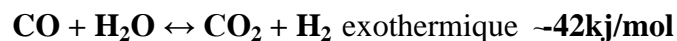
Le gaz process à la sortie du reforming secondaire a une température de 810 - 970°C et une teneur en CH₄ inférieure à 0,6%.

III.3.2. Conversion de monoxyde de carbone

III.3.2.1. Généralité

À la sortie de la chaudière, le mélange gazeux est disponible à 350 °C et contient encore généralement plus de 10 % en volume de monoxyde de carbone (CO). Le CO est un poison du catalyseur de synthèse d'ammoniac, et donc doit être impérativement éliminé du mélange gazeux destiné à devenir le "gaz de synthèse".

Le but de la section "Conversion du CO" est donc de poursuivre, dans des conditions favorables, (c'est-à-dire à température modérée et en présence d'un catalyseur spécifique), la réaction de conversion du CO déjà démarrée au niveau du reformage primaire et secondaire :



La conversion du CO s'effectue en deux étapes :

- à haute température (300 à 560°C) : Elle s'effectue sur un catalyseur à base d'oxydes de fer et de chrome elle permet d'abaisser la teneur en CO du gaz sec à quelques %.
- à basse température : s'effectue à 200 °C sur un catalyseur plus actif que le précédent, à base d'oxyde de cuivre et de zinc. Cette étape autorise des conversions élevées. En effet, à la sortie de cette dernière étape, la teneur en CO du gaz sec est de l'ordre de quelques dixièmes de %. La teneur en hydrogène, par contre, s'est considérablement accrue. Elle est de l'ordre de 60 % par rapport au gaz sec.

La réaction de conversion est exothermique (10 kcal/mol de CO). La chaleur de réaction est le plus souvent récupérée dans des "économiseurs" dont le rôle est d'assurer la préchauffe de l'eau des chaudières de l'unité.

III.3.2.2. Opération de conversion du monoxyde de carbone dans l'unité d'Arzew :

L'effluent de la chaudière de récupération de la chaleur H1105 passe dans les tubes du préchauffeur E1102 où il cède une partie de sa chaleur au gaz process venant de la section de décarbonatation, il entre ensuite dans le convertisseur primaire de CO R1102 et passe sur un lit catalytique où la plupart partie de CO réagit exothermiquement avec la vapeur d'eau contenue dans le gaz pour former de l'hydrogène H₂ et le dioxyde de carbone CO₂, la réaction s'effectue à 309 - 445°C.

L'effluent qui sort du convertisseur à haute température R1102 (Hight Température of Shift HTS) est refroidi à 180 – 235°C en passant successivement dans la chaudière de récupération de chaleur H1103 et la chaudière primaire à basse pression H1106 qui produisent respectivement de la vapeur supérieure VS et la vapeur intermédiaire VI.

Le gaz venant de la chaudière H1106 entre dans le convertisseur secondaire de CO R1104 et passe sur un lit catalytique où pratiquement tout le CO est convertie en CO₂.

Le gaz sort du réacteur R1104 à 190 – 240°C et passe dans la chaudière secondaire à basse pression H1107 où il est refroidi à 160 – 200°C avant d'être envoyé à la section de décarbonatation, cette température est

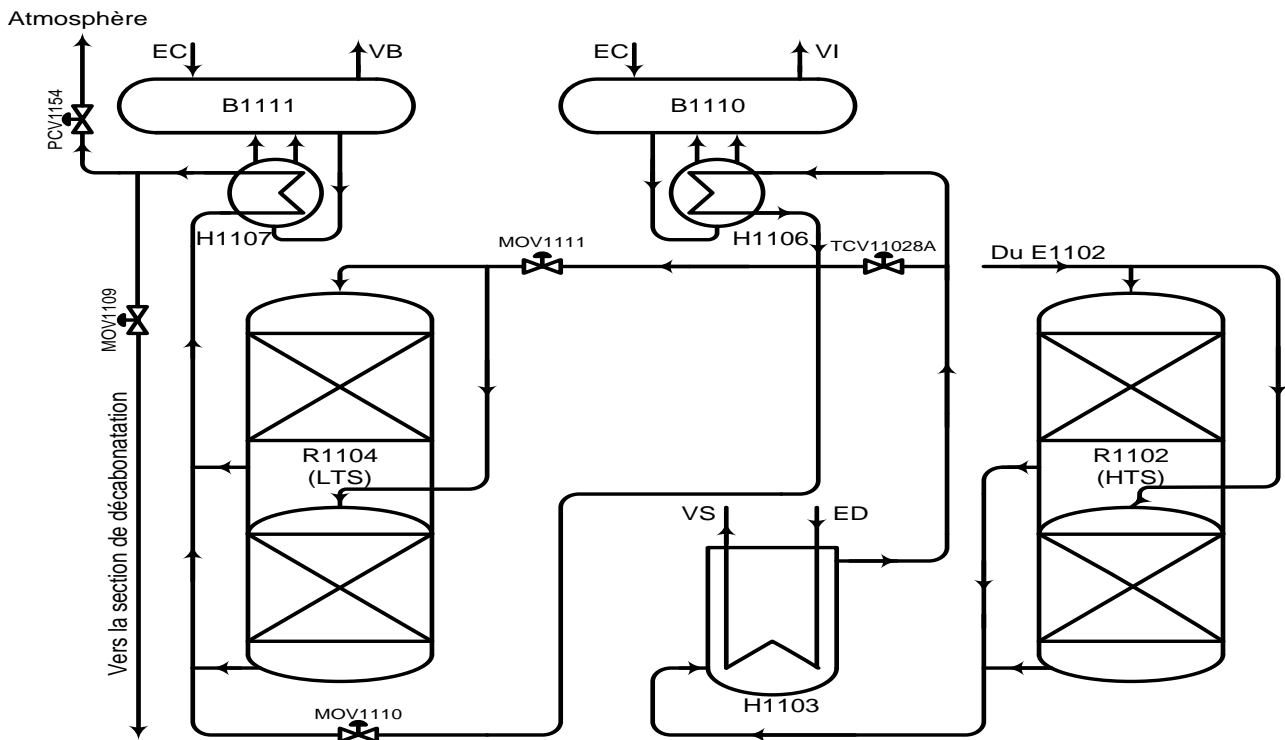
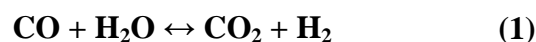


Figure III.3 : Schéma de circuit de conversion du CO

A cause de la très grande sensibilité du catalyseur du réacteur R1104 aux hautes températures, le convertisseur est équipé d'une série d'indicateur I de température TI, d'enregistreur TR et d'alarme de température qui permettent de contrôler et connaître les températures aux différents niveaux du lit catalytique.

La réaction chimique qui se produit dans l'opération de conversion du CO est :



Cette réaction est exothermique, le gaz process sort du convertisseur primaire HTS avec une température de 330 – 430°C et une teneur en CO inférieure à 8,5% et à la sortie du convertisseur secondaire LTS, le gaz atteint une température de 190 – 240°C avec une teneur en CO inférieure à 0,6%.

Le catalyseur utilisé dans le réacteur HTS est constitué d'oxyde de fer (80%) et d'oxyde de chrome (8,5%), le réacteur LTS est chargé d'un catalyseur composé par l'oxyde de cuivre (56%) et l'oxyde de zinc (30%).

III.3.3.Élimination de CO₂ (décarbonatation)**III.3.3.1. Généralité**

L'anhydride carbonique (gaz carbonique) est un composant peu désirable dans le gaz de synthèse d'ammoniac. C'est pourquoi la teneur en CO doit être réduite jusqu'à quelques ppm, de préférence inférieure à 5-10ppm. Il est présent dans tous les mélanges de gaz de synthèse basés sur la transformation d'hydrocarbures.

III.3.3.2.Opération d'élimination de CO₂ dans l'unité d'Arzew

La fonction de la section "Élimination de CO₂ " est d'extraire du gaz de procédé, l'anhydride carbonique formé dans le reforming et les convertisseurs de CO dans la section "préparation du gaz de synthèse". La teneur en CO₂ du gaz est réduite à 500ppm en le traitant successivement avec une solution de triéthanolamine (TEA) (appelée solvant) et une solution de monoéthanolamine (MEA) dans des tours d'absorption à contre-courant.

a. Circuit de solution de triéthanolamine TEA

Le solvant propre (pauvre en CO₂) entrant au sommet de l'absorbeur primaire de CO₂(C 1401) s'écoule vers le bas à contre-courant du gaz de procédé en absorbant 2/3 du CO₂ contenu. Sa température s'élève en raison de la chaleur dégagée par la réaction d'absorption.



Le solvant pollué (riche en CO₂) sortant de l'absorbeur C 1401 à une pression d'environ 27 bars eff. Il est envoyé sous contrôle du niveau de C 1401 (vanne LICV 1401B) la température du solvant sortant de l'absorbeur descend en-dessous de la vapeur normale de 76 °C, elle peut être ajustée en faisant circuler une partie ou la totalité du solvant dans le réchauffeur E1401.

Le solvant pollué entre dans le ballon de flash intermédiaire B1403 (horizontal) ou le gaz libéré (un peu de CO₂ et la majeure partie de l'hydrogène et des inertes) est séparé et envoyé à l'atmosphère. Du ballon de flash intermédiaire B 1403, le solvant est envoyé dans la tour de flash C1403

Le solvant propre (pauvre en CO₂), récupéré dans le fond de la tour de flash C1403 est repris par les pompes de solvant P1401 a et B envoyé vers le sommet de l'absorbeur primaire de CO₂ C 1401, ce qui boucle le cycle.

Le CO₂ et le mélange (vapeur d'eau + CO₂) venant du régénérateur de MEA C1404 sortant en tête de la colonne de flash C1403 est partiellement envoyé à l'atmosphère et partiellement envoyé vers ENIP

b. Circuit de solution de monoéthanolamine MEA



La solution de MEA propre (pauvre en CO₂) entre au sommet de l'absorbeur de CO₂ à la MEA C1402 et descend à contre-courant du gaz de procédé absorbant la majeure partie du CO₂. Sa température s'élève en raison de la chaleur dégagée par la réaction d'absorption. La solution de MEA polluée (riche en CO₂) sortant en fond de l'absorbeur C1402 à environ 74° C et 26.6 bar eff.passe dans les tubes des échangeurs charge/effluent de C 1402 (E1405 A et B) dans lesquels elle est réchauffée à 104° C environ par la solution propre sortant du régénérateur de MEA C1404. La solution de MEA polluée est ensuite normalement envoyée sous contrôle du niveau de C1402(vanne LICV A ou B) dans le régénérateur de MEA C 1404 dans lequel le CO₂ est éliminé par circulation de la solution polluée à contre-courant avec le mélange (vapeur d'eau + CO₂) produit par les rebouilleurs de MEA (E 1406) A et B. la chaleur nécessaire au rebouillage est fournie par le gaz de procédé entrant dans la section "préparation du gaz de synthèse" .

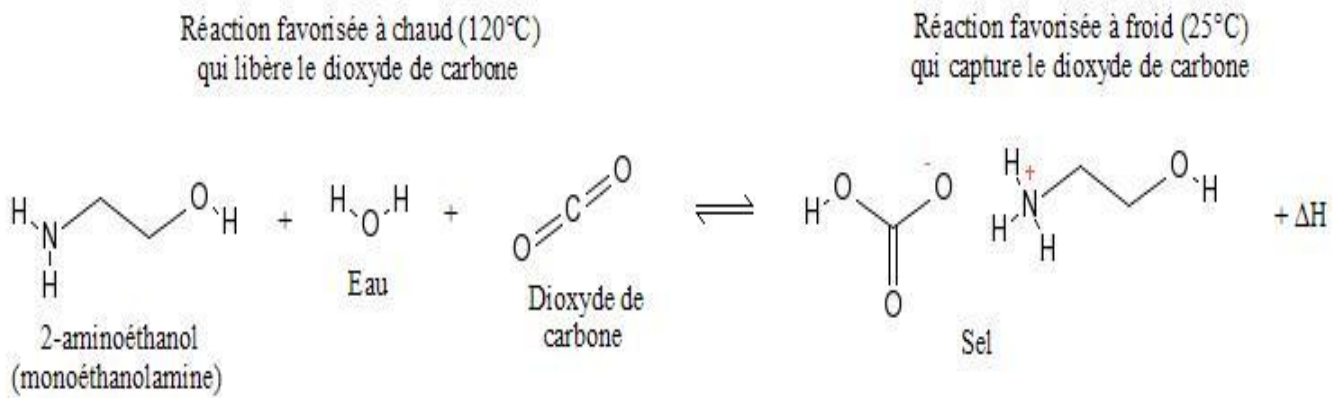


Figure III.4 : les Réactions qui libère et capte le dioxyde de carbone

La solution de MEA régénérée sortant en fond du régénérateur passe dans les calendres des échangeurs charge/effluent de C 1402(E1405 a et B). Elle est ensuite reprise par la pompe de circulation de MEA (C 1402) bouclant le cycle de circulation.

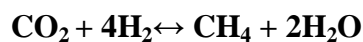
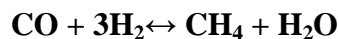
La température de la solution entrant dans l'absorbeur C 1402 est abaissée à la vapeur normale de 43°C par l'intermédiaire des réfrigérants de MEA (1404) A et B (réfrigérateur à eau de mer). Le gaz acide (CO₂, vapeur d'eau, un peu d'hydrogène et d'inertes et des traces de MEA) sortant en tête du régénérateur C 1404 est refroidi à environ 88° C en passant successivement dans le premier condenseur de tête E1416.

Les condensats (avec les traces de MEA entraînées par la vapeur) sont recueillis dans le ballon séparateur de gaz acide B 1407, puis repris par la pompe de reflux de C 1404, P 1403 a et renvoyés en tête de régénérateur C 1404. Un appoint de condensats acides venant des ballons séparateurs B1404 A et B est ajouté au reflux de façon à compenser les pertes d'eau quittant l'installation avec le CO₂. Le mélange de vapeur et CO₂ sortant du ballon séparateur de gaz acide B1407 est envoyé dans le tour de flash C1403 (voir description du circuit solvant).[11]

III.3.4.Méthanisation

III.3.4.1.Généralité

Après l'étape de décarbonatation le gaz contient encore des traces de CO (0,2 % environ) et de CO₂ (0,1 % environ). Celles-ci sont éliminées par méthanisation suivant les réactions :



Ces réactions sont très exothermiques (40 à 60 kcal par mole de méthane formé). La première est d'ailleurs la réaction inverse du reformage du méthane. Elles sont favorisées par des températures basses et nécessitent la présence d'un catalyseur à base de nickel déposé sur silice et disposé en lit fixe. La réaction s'opère vers 250 °C.

Si la teneur en oxydes de carbone à l'entrée du réacteur est trop importante, l'exothermicité développée risque alors de conduire à une situation dangereuse car potentiellement explosive.

La teneur globale du gaz en monoxyde et dioxyde de carbone est alors inférieure à 10 ppm. Le gaz est par ailleurs refroidi pour éliminer au maximum l'eau restante, puis est envoyé vers le compresseur d'appoint de la synthèse.

III.3.4.2.Opération de méthanisation dans l'unité d'Arzew

Le catalyseur de synthèse étant très sensible à un oxyde quelconque, une étape de purification finale doit être inclus à la production du gaz de synthèse afin de réduire la teneur en oxydecarbonique jusqu'à des niveaux très bas, d'habitude inférieurs à 10ppm, le CO₂ résiduaire est éliminé en même temps que le CO.

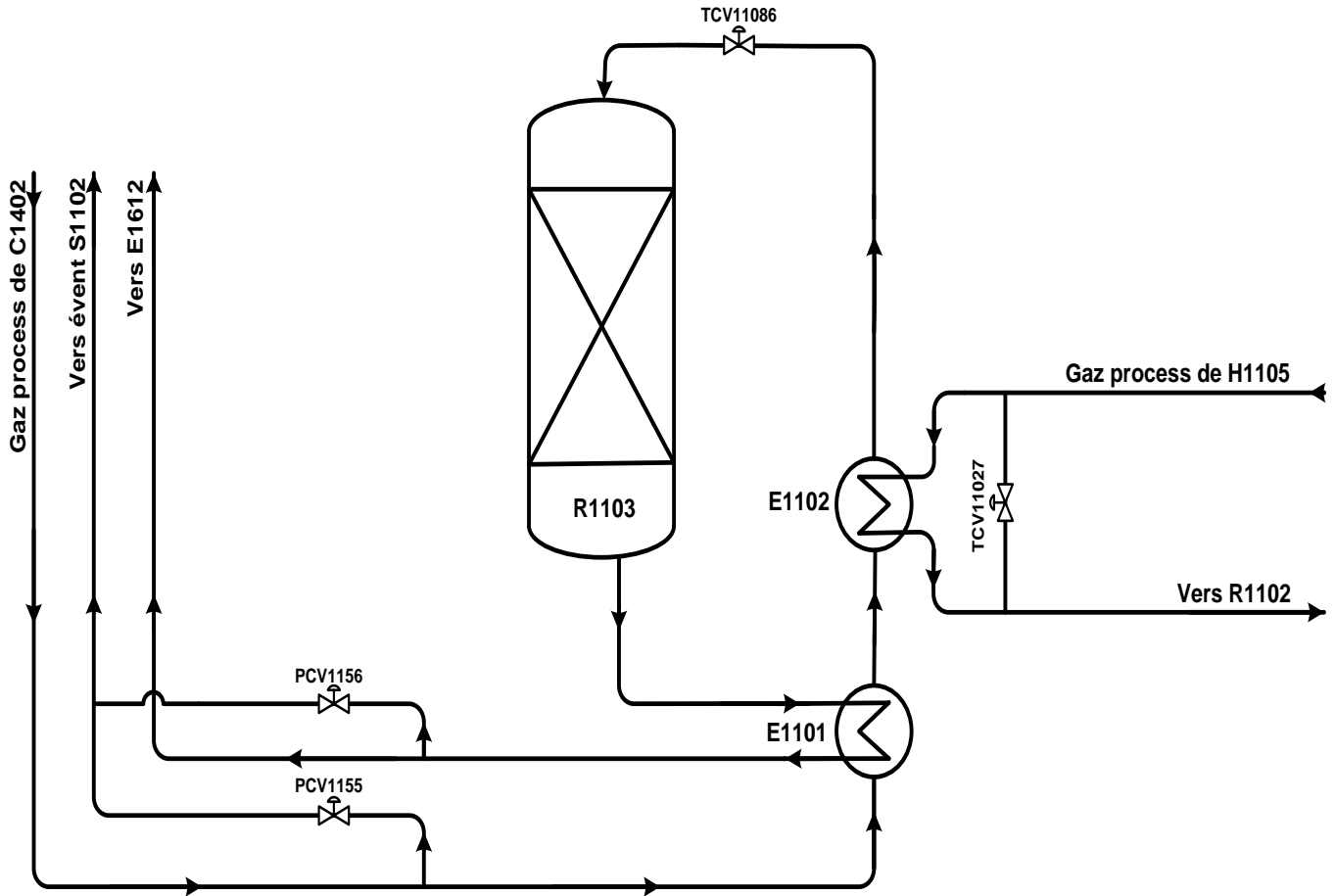


Figure III.5 : Schéma de circuit de méthanisation

Le catalyseur de méthanisation est constitué d'oxyde de nickel (20% de Ni) déposé sur un support réfractaire qui contient essentiellement de l'alumine.

Après avoir été dans la section de décarbonatation, le gaz décarbonaté revient à la section de reforming, le gaz est chauffé à 250 – 350°C par passage coté calandre dans l'échangeur E1101 puis dans le préchauffeur de charge de méthaniseur E1102 où il échange de la chaleur respectivement avec l'effluent du méthaniseur R1103 et l'alimentation du convertisseur primaire de CO (R1102), le gaz entre ensuite dans le méthaniseur R1103 et passe sur un lit catalytique où les oxydes de carbone restants réagissent exothermiquement avec de l'hydrogène pour former du méthane et de l'eau.

L'effluent sortant du réacteur R1103 est refroidi à 88 – 135°C dans les tubes de l'échangeur E1101 avant d'être envoyé pour l'opération de compression.

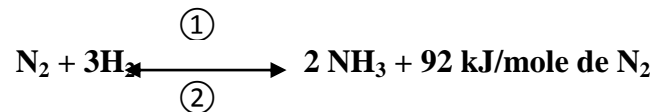
Le CO + CO₂ à la sortie du réacteur de méthanisation R1103 doit être inférieur à 14ppm, avec une température de 260 – 400°C.

III.3.5. Compression du gaz de synthèse

Le gaz de synthèse est d'abord comprimé à 155 – 210bars eff. Avant d'être mélangé avec le gaz recyclé, l'ensemble étant ensuite comprimé à 165 – 235bars eff. Puis envoyé pour l'opération de synthèse.

III.3.6.Synthèse d'ammoniac**III.3.6.1.Généralité**

L'ammoniac est obtenu par la réaction de synthèse ci-dessous :



Ainsi, pour des raisons cinétiques (vitesse de la réaction), la réaction ne peut être opérée industriellement qu'à partir d'une température minimum (environ 400°C) et en présence d'un catalyseur à base de fer.

Ce dernier est livré, soit sous forme d'oxyde Fe₃O₄ réduite par le gaz de synthèse pendant la période de démarrage (3 jours environ), soit sous une forme pré réduite non pyrophorique et immédiatement opérationnelle.

À la sortie du réacteur, le gaz ne contient donc que 18 % d'ammoniac pour des pressions opératoires variant de 200 à 250 bar. Il est donc nécessaire de recycler les gaz non réagis à l'entrée du réacteur et de mettre ainsi en œuvre une boucle de synthèse.

III.3.6.2.Opération de synthèse d'ammoniac dans l'unité

Le gaz traité est amené à une température de 350 – 410°C, permettant l'auto réaction en partie interne du réacteur en présence d'un catalyseur composé d'oxydes de fer Fe₃O₄ (91%).

Le réacteur de synthèse est en position verticale, il comprend une double enveloppe fonctionnant comme échangeur et trois lits catalytiques à l'intérieur où la réaction de synthèse d'ammoniac se produit.

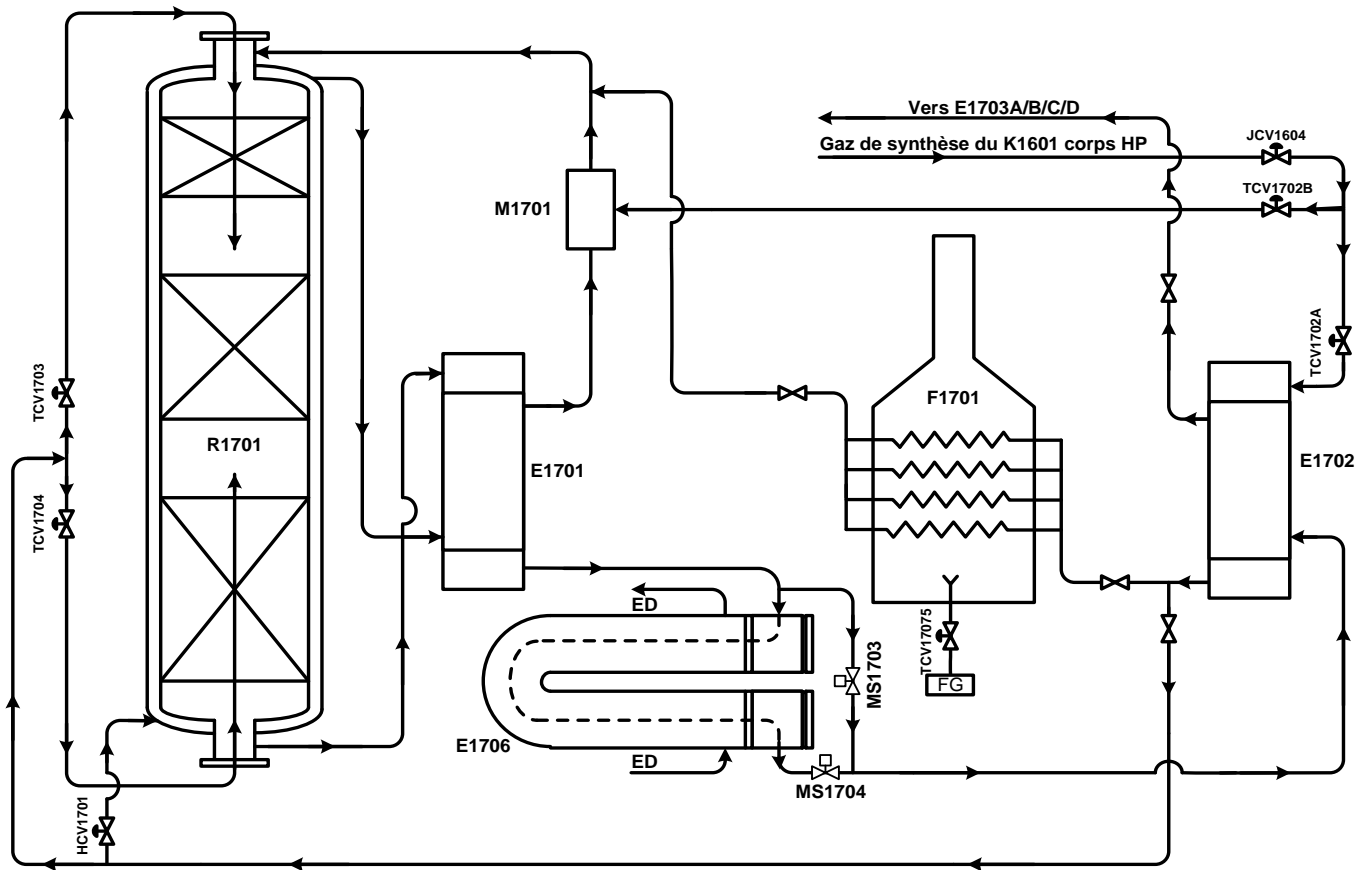


Figure.III.6 : schéma de circuit de synthèse d'ammoniac

Le gaz de synthèse venant du compresseur K1601 à 165 – 235bars eff.(Mélange gaz d'appoint et du gaz de recyclage) passe d'abord dans le préchauffeur du gaz de charge E1702 où il est chauffé à 130 – 200°C par échange avec l'effluent réacteur avant d'entrer dans le convertisseur d'ammoniac R1701.

Une partie du gaz de synthèse venant de l'échangeur E1702 passe dans l'espace annulaire et est chauffée à 155 - 245°C, le reste est divisé en deux courants qui sont envoyés directement sur les lits intermédiaire et inférieur du catalyseur, ce qui permet de contrôler la température du gaz de synthèse.

Le gaz quittant l'espace annulaire du R1701 passe ensuite dans la calandre de l'échangeur E1701 où il est porté à la température de réaction par l'effluent réacteur qui vient du troisième lit catalytique.

Le gaz de synthèse chaud entre alors dans l'enveloppe intérieure du R1701 et passe sur les trois lits catalytiques où la réaction de conversion se produit.

Le gaz de synthèse sort du réacteur R1701 à 360 - 500°C et est refroidi à 340 - 410°C dans l'échangeur E1701 par échange de chaleur avec le gaz de synthèse qui est porté à la température de réaction.

Les températures des lits catalytiques intermédiaire et inférieur sont contrôlées automatiquement par ajustement des quantités du gaz injecté à l'entrée de ces lits (action de TIC1703 et TIC1704 respectivement sur les vannes TCV1703 et TCV1704).

Le four de démarrage F1701 est utilisé au moment de la mise en route de l'installation pour porter le gaz de synthèse à la température de réaction. [12]

III.3.7.Réfrigération d'ammoniac

Le rôle de l'opération de réfrigération d'ammoniac est d'une part de refroidir l'ammoniac produit avant de l'envoyer aux bacs de stockage, et d'autre part de refroidir l'ammoniac liquide utilisé comme fluide réfrigérant dans les opérations de compression et de synthèse où les différents appareils utilisent l'ammoniac comme fluide réfrigérant.

L'ammoniac liquide chaud après les échangeurs retourne au ballon de détente multi compartiments (B1905, B1906, B1907, B1908 et B1909) où il est refroidi à (-23) – (-33)°C.

Les gaz d'ammoniac produits dans chacun des ballons sont repris par le compresseur centrifuge K1901 qui est entraîné par la turbine à condensation KT1901, les gaz comprimés à 10 – 13,5bars eff. quittant le compresseur sont refroidis et partiellement condensés dans les condenseurs d'ammoniac E1901A/B/C/D par échange avec l'eau de mer, l'ammoniac condensé est envoyé au ballon de recette B1901 et les gaz non condensés passent dans le sous-refroidisseur à eau de mer E1902 où une partie d'ammoniac restant est condensée puis envoyée au ballon de recette B1901.

L'ammoniac produit à (-23) – (-33) °C est aspiré du ballon B1909 par la pompe P1901A ou B pour être refoulé vers les bacs de stockage d'ammoniac.

L'ammoniac produit doit être subi aux valeurs de données de la feuille de spécification comme produit fini, dont la concentration est de 99,5%minimum, l'humidité est de 0,5% maximum et l'huile 15ppm maximum.

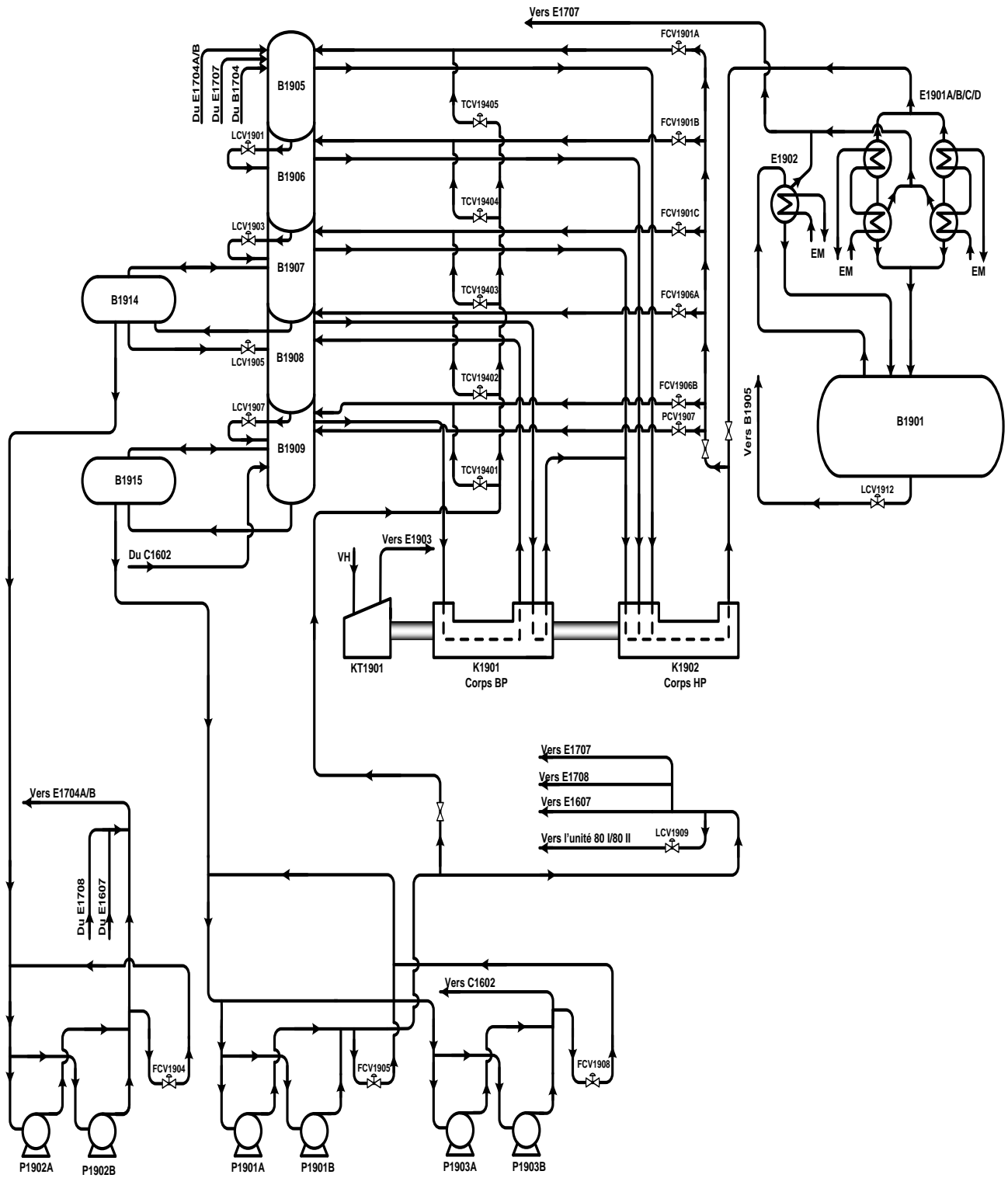


Figure III.7 : schéma de circuit de réfrigération d'ammoniac

Conclusion

Notre étude à porté sur le procédé **CHIMICO** qui permet d'obtenir de l'ammoniac par synthèse à partir de l'azote et de l'hydrogène.

Le résultat de cette synthèse sont la base de l'obtention des engrais azotés qui ont une large utilisation agricoles, Ce procède permet la production de 500 à 1000 T/J.

Vu son importance actuelle, l'ammoniac comme base des engrais azotés qui trouvent leur utilisation dans la fertilisation des sols. et permet l'augmentation des rendement agricoles et leur utilité dans l'enrichissement azoté des sols.

la production augmente chaque année avec un surplus considérable par suite des demandes du marché mondiale.

Pour l'**Algérie** les installations de la sorte sont une base de progrès industriel et agricole, qui dit développement de l'agriculture dit mécanisation des travaux agricoles et utilisation des engrais pour assurer un rendement maximum à l'hectare de terre cultivée.

La production de l'ammoniac comme base d'obtention des engrais azotés et une filière fiable de source de devises.

La pétrochimie est un facteur promettant en dehors de la vente des hydrocarbures bruts pour l'avenir notre pays.

Bibliographie

- [1] Docx.word histoire d'ammoniac.
- [2] www.techniques-ingenieur.fr: Auteur(s) : Asmaa ROUWANE Ammoniac
- [3] archive ammoniac Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA)
- [4] Manuel opératoire. Tous ce qu'il faut savoir sur l'ammoniac.
- [5] Mémoire fin d'étude IAP (1976/1977) Lahreche Safi : production acide nitrique
- [6] Service technique, ASMIDAL d'Annaba : Algérie.
- [7] FERTIAL news journal N°09
- [8] Manuel opératoire des unités et utilités
- [9] Manuel opératoire de description de procédé CHIMICO
- [10] Description des fours pétroliers et pétrochimiques.
- [11] Manuel opératoire de section 14 décarbonatation.
- [12] Manuel opératoire de fabrication d'ammoniac
- [13] Book chemical biological and environmental ammoniac