



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université Kasdi Merbah – Ouargla
Faculté des sciences Appliquées
Département Génie Mécanique



Mémoire
Présenté pour l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE

Spécialité : Génie Mécanique

Option : Energétique

Thème

Etude d'alimentation en gaz de localité de Fran Ouargla

Présenté et soutenu publiquement par :

BITEUR ABDELRAZZAK

BEN SALAH MOHAMMED FAOUZI

Soutenue le : 12 /06 /2024

Devant Le Jury :

Mr. Beleahia Hocine

MCB Univ. Kasdi Merbah Ouargla

Président

Mr. Sandali Messaoud

MAB Univ. Kasdi Merbah Ouargla

Examineur

M^{me}. Rahmouni Soumia

MCB Univ. Kasdi Merbah Ouargla

Encadreur

Mr. Biteur Abdelkader

Cadre sénior Sonelgaz Ouargla

Co- Encadreur

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2023/2024

Résumé

Le résumé de cette étude est la réalisation d'une étude technico-économique permettant la conception d'un réseau gazier de distribution pour alimenter un site isolé (localité de Frane) et ce par l'estimation de la consommation à long terme ($2624.88 \text{ Nm}^3/\text{h}$), le traçage du plan sur le programme Autocad et la simulation numérique (logiciel APHYRE)

La longueur totale du réseau 56996.00 ml. Cette longueur est divisée en plusieurs diamètres 200 mm soit 19.70 %, 125 mm soit 10.70 %, 63 mm soit 15.00 % et 40 mm soit 54.60 %.

Pour le coût du projet est estimé à 678 million DA.

المخلص

ملخص هذه الدراسة هو تحقيق دراسة فنية اقتصادية تسمح بتصميم شبكة توزيع الغاز لتزويد موقع معزول (قرية فران) وذلك من خلال تقدير الاستهلاك طويل المدى (2624.88 نيوتن متر مكعب / ساعة)، رسم مخطط الشبكة على برنامج الأوتوكاد والمحاكاة الرقمية (APHYRE Software).

إجمالي طول الشبكة 56996.00 مل. وينقسم هذا الطول إلى عدة أقطار 200 ملم أو 19.70%، 125 ملم أو 10.70%، 63 ملم أو 15.00% و 40 ملم أو 54.60%.

وتقدر تكلفة المشروع بـ 678 مليون دج.

Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier **DIEU** le tout puissant
et miséricordieux, qui nous a aidé et nous a donné la patience
et le courage durant ces*

longues années d'étude et l'accomplissement de ce présent mémoire.

*Nous tenons à remercier notre encadreur **Mme Rahmouni Soumia** ,
pour avoir accepté de diriger ce travail, pour ses grandes
compétences autant pédagogiques que scientifiques, pour ses
conseils, ses remarques fructueuses et nous la remercions vivement
pour son gentillesse et ses encouragements.*

*Nos remerciements également les membres
du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail..*

*Nous tenons à remercier vivement tous les
enseignants et tous ceux qui nous aidé durant notre
formation universitaire en général et ceux du
département de **Génie Mécanique** en particulier.*

*Nous présentons également nos sincères remerciements à tous ceux
qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

Dédicaces

Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU, le tout-puissant qui m'a ouvert les portes du savoir et m'a permis de réaliser ce travail. Je dédie ce modeste travail aux deux êtres qui méson très chers dans cette vie, à savoir mon père et ma mère , qui ont tout fait pour moi pour arriver à cette place, je vous dis merci du fond de mon cœur pour tous vos sacrifices, votre amour, votre tendresse, votre soutien, votre patience tout au long de mes études, sans votre soutien ce mémoire ne serait jamais devenue une réalité, Je vous remercie d'avoir été toujours là pour moi. Avec toute ma fidélité et tout mon amour pour vous, mes parents, je ne pourrai jamais égaler votre mérite. Que dieu vous bénisse. Je dédie ce travail aussi :

A mes chère frères : Med. lhadi, Zaki, yacin pour leur appui et encouragement ;

A les enfants de ma famille : Choukri , Anouar , Hanin

A mes chère sœurs : Khadidja

A mes amis : Houssam , Abd Almonim , Bahi , Adnan

A tous les membres de ma famille et mes proches,

A ma chère binôme Faouzi et sa famille ;

A tous mes amies, et mes collègues de la promotion 2ème année master spécialité génie mécanique énergétique ;

A toute personne qui occupe une place dans mon cœur

Dédicaces

Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU, le tout-puissant qui m'a ouvert les portes du savoir et m'a permis de réaliser ce travail. Je dédie ce modeste travail aux deux êtres qui m'ont très chers dans cette vie, à savoir mon père Ali et ma mère Samira, qui ont tout fait pour moi pour arriver à cette place, je vous dis merci du fond de mon cœur pour tous vos sacrifices, votre amour, votre tendresse, votre soutien, votre patience tout au long de mes études, sans votre soutien ce mémoire ne serait jamais devenue une réalité, Je vous remercie d'avoir été toujours là pour moi. Avec toute ma fidélité et tout mon amour pour vous, mes parents, je ne pourrai jamais égaler votre mérite. Que dieu vous bénisse. Je dédie ce travail aussi:

A mes chères sœurs Achouak, Dounia, Douaa qui me soutiennent toujours et m'encouragent

A mes chers frères : Abbes, Dia edin pour leur appui et encouragement;

A les enfants de ma famille : Roudaina, Raid

A mes amis : Krime, Hatem, Zino, Hani, Chrif

A tous les membres de ma famille et mes proches

;A ma chère binôme Abd razak et sa famille

A tous mes amis, et mes collègues de la promotion 2ème année master spécialité génie mécanique énergétique;

A toute personne qui occupe une place dans mon cœur

faouzi

Sommaire

List des Figure	I
Liste des Tableau	II
List des acronymes	III
Introduction générale	1

Chapitre I : Généralités sur Le Réseau gazier

1.	Introduction	3
2.	Généralités sur le gaz naturel	3
3.	La chaine d'approvisionnement	4
3.1	Prospection	4
3.2	Exploration	5
3.3	Forage d'exploration	5
3.4	Exploitation	7
3.4.1	Infrastructures d'extraction du gaz naturel	7
3.4.2	Fin de l'exploitation	8
3.5	Production du gaz naturel	8
3.6	Traitement du gaz naturel	9
3.7	Transport par canalisation	11
3.8	Stockage de gaz Natural	12
4.	Réseau de distribution et moyens de transport et production de gaz en Algérie	12
4.1	Réseau de distribution et moyens de transport	12
4.2	Production de gaz	13
4.2.1	Infrastructures et complexes gaziers	13
5.	Conclusion	13

Chapitre II : Méthodologie

1.	Introduction	14
2.	Collecte des données	14
3.	Estimation de la consommation totale de la ville de Frane	15
3.1	Secteur Résidentiel	15
3.1.1	Méthodologie appliquée	15
3.1.2	Abonnés Résidentiel	15
3.1.3	Calcul des consommations spécifique du secteur résidentiel	16

3.1.4	Evaluation des besoins à court terme, moyen terme et long terme	17
3.1.5	Consommation de la clientèle projetée à court terme	17
3.1.6	Consommation de la clientèle projetée à moyen terme	18
3.1.7	Consommation de la clientèle projetée à long terme	18
3.2	Secteur tertiaires	19
3.2.1	Abonnés tertiaires	19
3.2.2	Les établissements scolaires	19
3.2.3	Calcul des consommations spécifique du les établissements scolaires	20
3.2.4	Establishment hospitaliers	20
3.2.5	Establishment hospitaliers	21
3.2.6	Locaux à usage administratif	21
3.2.7	Calcul consommations spécifique du Locaux à usage administratif	21
3.2.8	Mosquées	22
3.2.9	calcul consommations spécifique des Mosquées	22
3.3	Récapitulation des consommations de la clientèle existante	23
3.4	La consommation à court terme (5 ans)	23
3.5	La consommation à moyen terme (10 ans)	23
3.6	La consommation a Long terme (20 ans)	24
3.7	Charge globale	24
4.	Traçage du plan et codification	25
5.	Conclusion	29

Chapitre III : Résultats et discussions

1.	Introduction	30
2.	Aperçu sur la localité	30
3.	Détermination du fichier données	31
3.1	explication des cartes	32
4.	Programme de calcul ' APHYRE '	33
5.	Résultats Technique du programme de calcul	34
5.1	Pression et Perte de charge à chaque nœud	35
5.2	Classement des plus grandes pertes de charges	36
5.3	Débit (avec le sens) dans chaque tronçon	37
5.4	Pression minimale constatée avec identification du nœud	38
5.5	les longueurs des conduites par diamètre	38

6.	Etude économique	39
7.	Retour d'investissement	40
8.	Conclusion	42

List des figures

Figure I.1 : La Prospection	4
Figure I.2 : Les forages de exploration	6
Figure I.3 : dix plus grands pays producteurs de gaz Naturel	9
Figure I.4 : Traitement de gaz	11
Figure I.5 : Réseau de distribution en Algérie	13
Figure I.6 : Production du gaz naturel en Algérie	14
Figure II.1 : Le plan d'agglomération de la localité Frane	25
Figure II.2 : Choix de terrain de l'emplacement du poste de détente	26
Figure II.2 : traçage des conduites sur plan Autocad.	26
Figure II.3 : Codification	27
Figure II.4 : Exemple de mesure des distances entre les nœuds.	28
Figure II.5 : réseau global de la distribution publique gaz Frane	28
Figure III.1 : La situation géographique de localité du Fran	31
Figure III.2 : Explication du fichier données	32

List des tableau

Tableau II.1 : Données de l'étude	14
Tableau II.2 : Ratio de la consommation domestique	16
Tableau II.3 : Consommation domestique	16
Tableau II.4 : Calcule le nombre de logement après (5,10,20 ans)	17
Tableau II.5 : Potentiel de logement à court terme	17
Tableau II.6 : Potentiel de logement à moyen terme	18
Tableau II.7 : Potentiel de logement à long terme	18
Tableau II.8 : Les écoles primaires	19
Tableau II.9 : Les écoles secondaire (Lycées, CEM, CFPA et Instituts de formation)	19
Tableau II.10 : calcul la consommation des écoles primaires	20
Tableau II.11 : calcul la consommation des écoles secondaires (CEM , lycée)	20
Tableau II.12 : Secteur sanitaire (hôpitaux, polycliniques, centre de santé et salles de soins)	20
Tableau II.13 : Consommation des centres et salles de soins	21
Tableau II.14 : Ration des Locaux à usage administratif	21
Tableau II.15 : Consommation des locaux à usage administratif	21
Tableau II.16 : Ratio des mosquées	22
Tableau II.17 : Consommation des mosquées	22
Tableau II.18 : Consommation totale à l'état actuel	23
Tableau II.19 : Consommation totale à court terme	23
Tableau II.20 : Consommation totale à moyen terme	23
Tableau II.21 : Consommation totale à long terme	24
Tableau II.22 : Récapitulatif à différent horizon	24
Tableau III.1 : Fichier données (explication des cartes)	32
Tableau III.2 : extrait de pression et perte de charges	35
Tableau III.3 : extrait de pertes de charge les plus importantes	36
Tableau III.4 : Extrait de débit	37
Tableau III.5 : Le pression et la perte de charge la plus basse	38
Tableau III.6 : consistance du réseau	38
Tableau III.7 : Les prix unitaires par nature et par diamètre (données économiques)	39
Tableau III.8 : Cout total du projet	40

List des acronymes

C^a_T	Consumation annuelle totale	Th/an
C_{HCH}	Consommation annuelle hors chauffage	Th/an
C_{CH}	Consommation annuelle chauffage	Th/an
C^h_{HCH}	Consommation horaire hors chauffage	Th/h
C^j_{CH}	Consommation journalière chauffage	Th/j
C^h_{CH}	Consommation horaire chauffage	Th/h
C^h_T	Consommation horaire totale	Th/h
Th	Thermies	
PCS	Pouvoir calorifique supérieur	Th /m ³

Introduction générale

Introduction générale

Depuis l'indépendance le réseau gaz en Algérie a connu un développement que ce soit en réseau de transport ou en réseau de distribution notamment dans les régions froides tel que les hauts plateaux où les températures descendent au-dessous du zéro.

Selon le ministère d'énergie le taux de gazéification en Algérie a atteint 62%. Malgré que le taux est important par rapport aux pays développés mais il reste bien entendu que des régions souffrent toujours d'une telle couverture notamment les sites isolés et les zones d'ombre..[1]

Le réseau gaz est un système complexe et essentiel qui permet d'acheminer le gaz naturel depuis le site de production jusqu'aux consommateurs finaux.

Les citoyens de la localité de Frane souffrent de la pénurie du gaz butane (bouteilles de gaz) pour les besoins cuisson et le chauffage en période froide ce qui nécessite d'avoir une source continue de gaz.

Le réseau gaz est constitué d'un ensemble de canalisations qui transporte le gaz naturel vers les habitations, les locaux de commerce et les usines.

Pour régler le problème de besoins en énergie de la localité de Frane, plusieurs solutions peuvent être envisagées :

Disponibilité des bouteilles de gaz butane.

Renforcer le réseau électrique existant notamment pour le chauffage.

Réaliser un réseau gaz moyennant une citerne à l'instar des localités isolées.

Réaliser un réseau gaz alimenté par des pipelines de transport de gaz.

Il y a lieu de noter que la solution la plus fiable et rentable est le dernier point à savoir la réalisation d'un réseau gaz alimenté par des pipelines de transport de gaz.

Afin de concrétiser la solution préconisée, plusieurs étapes doivent être envisagées

L'objectif de cette étude est d'estimer et de localiser les consommations nécessaires pour satisfaire les besoins en gaz afin de créer un réseau gazier. Cette étude sert de support fondamentale pour la conception d'un réseau capable de desservir les abonnés d'une distribution publique à long terme afin de satisfaire les besoins en gaz de la clientèle par simulation en utilisant le logiciel « Aphyre ».

Quant à l'objectif économique se résume comme étant la sédentarisation de la population de Frane et Koum, le confort à la population à l'instar de la population de Ouargla.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons devisé le travail en trois chapitres :

1^{er} chapitre intitulé Généralité. Dans ce chapitre, nous aborderons des généralités sur le gaz naturel, ainsi que la chaîne de sa production et de son transport, avec un regard particulier sur le réseau gazier en Algérie.

2^{ème} chapitre intitulé la méthodologie. Dans ce chapitre nous avons déterminé la consommation globale de la localité de Frane à l'horizon de l'étude, à moyen et long terme. Pour cerner les besoins de la clientèle existante et les besoins à terme une enquête approfondie et menée par nos soins pour collecter des données fiables permettant de concevoir une structure adéquate pouvant satisfaire les besoins à long terme. La proposition d'un réseau sur autocad répondant à la demande à long terme calculée au point suscité.

3^{ème} chapitre intitulé résultats et discussions. Dans ce chapitre, nous avons présenté l'utilisation du logiciel Aphyre pour déterminer les débits, les pertes de charge ainsi que les pressions en différents nœuds du réseau. Il y a lieu de noter que dans cette partie nous avons examiné le côté économique du projet son coût et sa rentabilité en particulier le retour d'investissement.

En terminant ce travail par une conclusion générale et quelques perspectives.

Chapitre I

Généralités Sur Le

Réseau Gazier

1 Introduction

Après la crise pétrolière, le monde n'a plus eu qu'à chercher une alternative énergétique pour combler le vide primaire. C'est pourquoi l'intérêt s'est porté sur le gaz naturel et le début de sa production et son entrée dans l'exportation mondiale. Parmi ces pays, l'Algérie s'est également intéressée par cette ressource énergétique. Dans ce chapitre, nous aborderons des généralités sur le gaz naturel, ainsi que la chaîne de sa production et de son transport, avec un regard particulier sur le réseau gazier en Algérie.

2 Généralités sur le gaz naturel

Le gaz naturel est un combustible fossile présent naturellement dans les roches poreuses souterraines sous forme gazeuse. En tant que source d'énergie, les gaz sont composés d'hydrocarbures : principalement du méthane (CH_4), mais aussi du propane (C_3H_8), du butane (C_4H_{10}), de l'éthane (C_2H_6) et du pentane (C_5H_{12}), formés à partir de matières organiques produites au cours de millions d'années. La déposition, au fil du temps, de la matière organique enfouie est d'abord transformée en kérogène sous l'action de la pression et de la température. Lorsque la température augmente (entre 50 et 120°C), le kérogène se décompose. Cette décomposition thermique, appelée pyrolyse, expulse deux hydrocarbures : le gaz naturel et le pétrole, qui forment des dépôts dans des roches imperméables. Entre 1,5 et 3 km de profondeur, gaz et pétrole sont présents dans un même gisement. Le gaz naturel peut être de plusieurs types : lorsqu'il résulte de la transformation de matières organiques sous l'action de la pression et de la chaleur, il est dit thermogénique ; lorsqu'il est produit par fermentation de bactéries présentes dans des sédiments organiques, il est dit biogénique. Selon la profondeur et le type de sédiment, le gaz peut être conventionnel ou non conventionnel. Cela dépend de sa difficulté d'extraction et de sa technologie minière. Contrairement aux gaz conventionnels, piégés dans des sédiments facilement accessibles, les gaz non conventionnels sont difficiles à extraire. Les producteurs de gaz naturel ont historiquement privilégié l'extraction du gaz conventionnel, dont le taux de récupération des ressources est de 80 %, contre un taux moyen de récupération des ressources du gaz non conventionnel de 20 %. Toutefois, la part de ces dernières a sensiblement augmenté ces dernières années, notamment aux États-Unis [2].

3 La chaine d'approvisionnement

3.1 Prospection

La géophysique joue un rôle important dans l'exploration et le forage des gisements de gaz naturel. Il est utilisé pour détecter la structure géologique du sol souterrain. La principale technologie utilisée est la sismologie : des capteurs spécifiques mesurent la vitesse à laquelle se propagent les vibrations générées artificiellement. Les données mesurées fournissent des informations sur la structure rocheuse. Afin d'accéder et d'analyser d'éventuels gisements de gaz naturel, il est parfois nécessaire de forer très profondément [3].

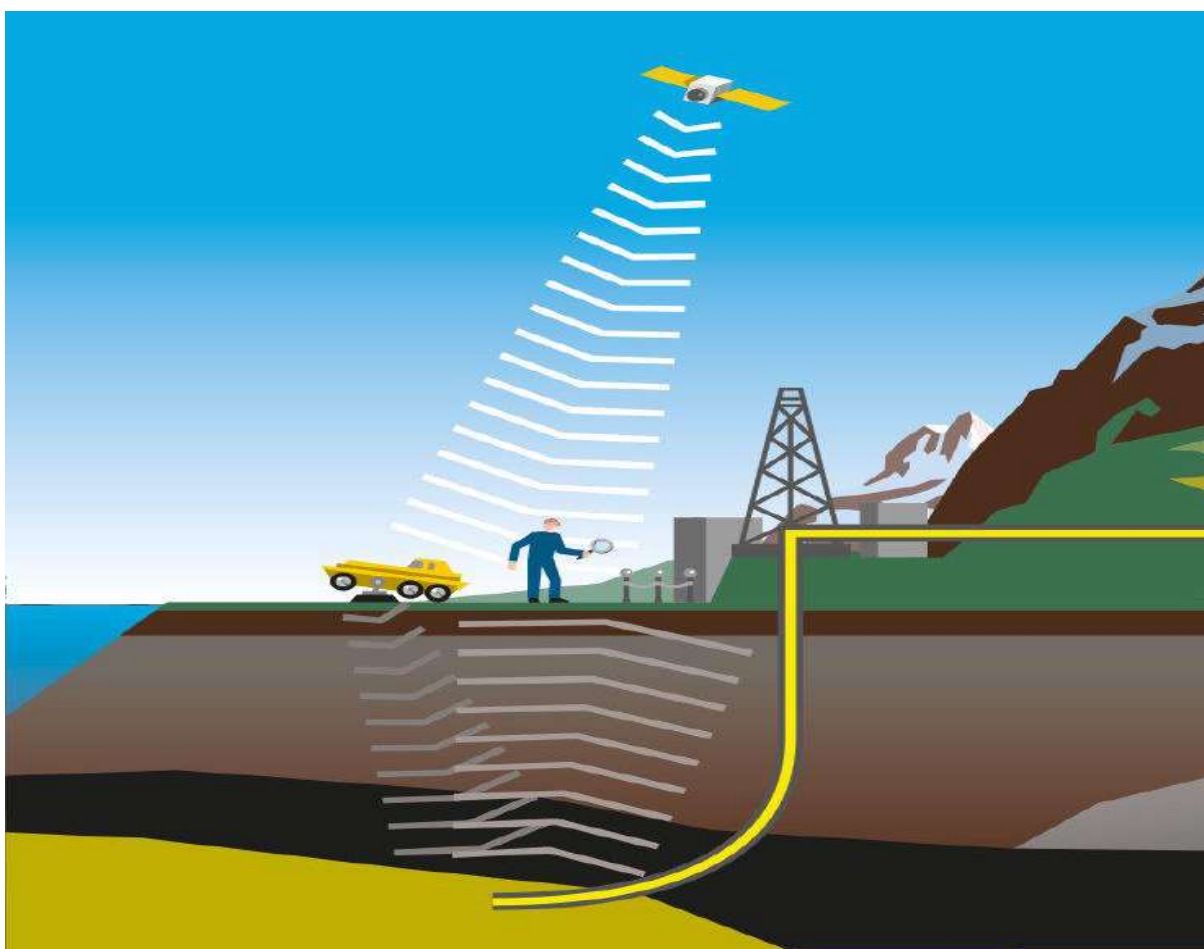


Figure I.1 : La Prospection

3.2 Exploration

La première étape de l'exploration peut être une étude géologique. Cela nous permet de nous réunir Toutes les données disponibles pour déterminer le potentiel pétrolier de la zone Entreprise.

Un nouveau domaine qui n'a pas fait l'objet de recherches depuis une vingtaine d'années,

L'exploration initiale peut inclure :

- Mesure de la gravité, qui mesure la force du champ de gravité dans la zone. cela peut fonctionner Calculez la densité des roches ou localisez des grottes enfouies.
- Mesures magnétiques à l'aide d'un magnétomètre pour l'évaluation et la cartographie du magnétisme Caractéristiques ou anomalies de la formation basées sur des mesures sur le terrain Magnéto résistivité et résistivité électrique.

Les méthodes d'analyse de surface ainsi que les mesures gravimétriques et magnétiques permettent de cartographier des anomalies géologiques majeures telles que des failles, des plis, des dômes de sel et des anticlinaux.

Cependant, ces méthodes sont incapables de produire des images détaillées d'éléments plus petits et moins visibles tels que les bacs à graisse. Les caractéristiques de surface rendent ces structures visibles [4].

3.3 Forage d'exploration

Après l'exploration, le forage est le seul moyen de confirmer la présence d'hydrocarbures et de déterminer :

- Qualité des effluents du puits (pétrole saturé de gaz ? Eau ?) .
- Perméabilité du réservoir.
- Production potentielle et quantité de pétrole.

Le forage consiste à percer la croûte terrestre pour atteindre des zones pétrolifères jusqu'à deux kilomètres de distance. Pour les gisements terrestres conventionnels, nous utilisons généralement le forage vertical, mais pour les gisements de grandes surfaces et de faible épaisseur, le forage horizontal est utilisé. Le forage offshore multidirectionnel est réalisé sur

une seule plateforme pour des raisons économiques. Dans le forage vertical classique, le foret est un foret équipé de dents en acier très dur, parfois recouvertes de diamant, que l'on fait tourner rapidement à travers une série de tiges creuses reliées à une tour verticale d'une trentaine de mètres de haut, dans laquelle est regroupée une table rotative. ainsi qu'une pompe d'aspiration et une pompe d'injection sont fournies. Au fur et à mesure que le foret est abaissé, des tiges supplémentaires sont vissées sur la surface. Dans le même temps, un cylindre en acier creux d'un diamètre supérieur à celui du foret est utilisé pour percer la coque et est enveloppé de ciment. Pour éliminer définitivement les fragments de roche arrachés par le trépan au fond d'un forage, de la boue fluide est injectée à haute pression dans un train de tiges en rotation, qui traverse le trépan et remonte à travers l'enveloppe extérieure, entraînant les fragments avec lui. La boue est filtrée en surface, analysée et réinjectée dans le train de tiges. En plus de déloger les débris, le fluide équilibre la pression sur les parois du puits, lubrifie et refroidit le trépan et peut empêcher une éventuelle éruption. [2]

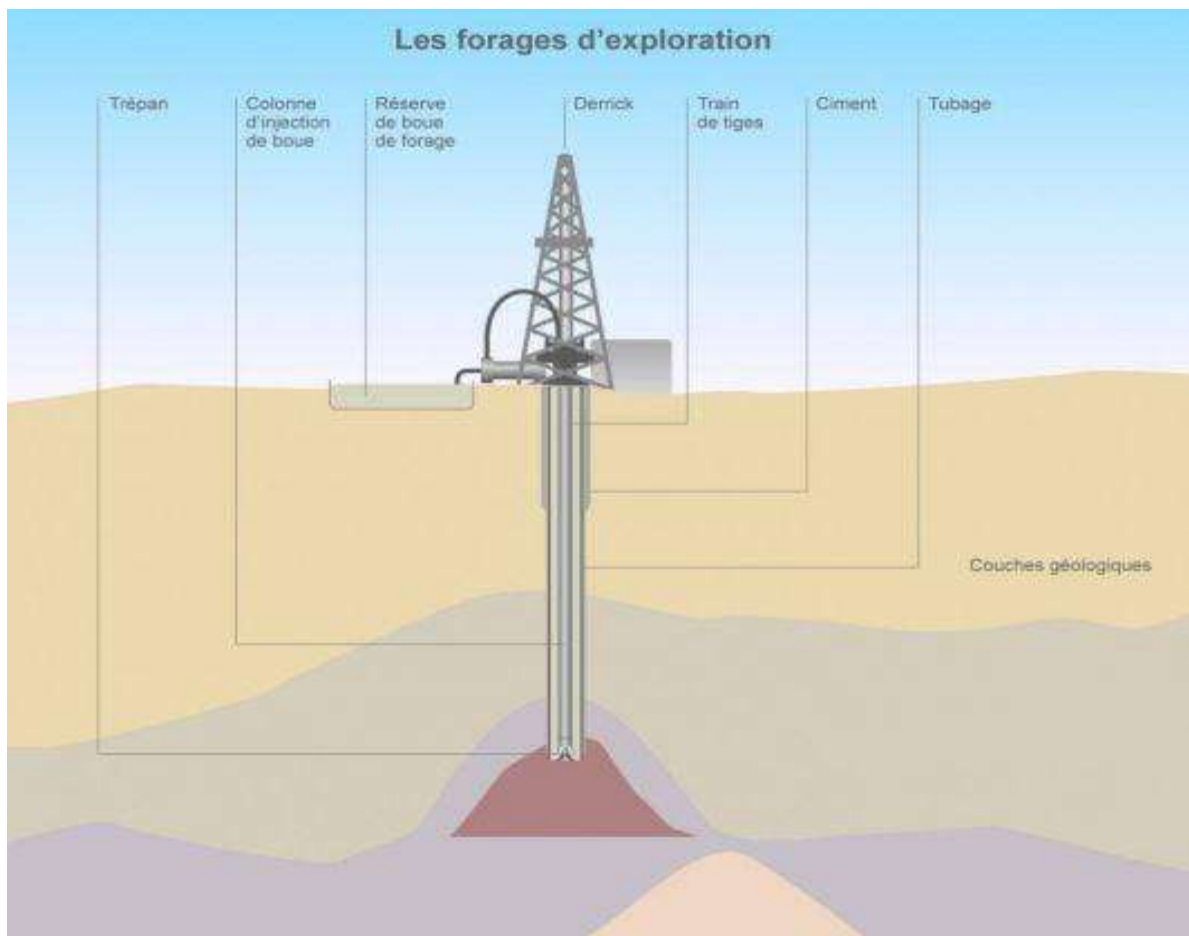


Figure I.2 : Les forages d'exploration

Les profondeurs de forage vont généralement de 2 000 à 4 000 m et peuvent atteindre 6 000 m. (3) Lorsque des traces d'hydrocarbures sont détectées dans des fluides remontant à la surface, un foret spécial est utilisé pour tailler un cylindre dans la roche afin de le carotter. Une fois réassemblées, les carottes peuvent fournir des informations importantes sur la quantité d'hydrocarbures présentes dans la roche. Si un tassement est atteint, le forage est arrêté. Les explosifs sont descendus pour percer le tubage, permettant au pétrole de pénétrer dans le puits et de remonter à la surface lorsque la pression est plus élevée. La tête de puits est ensuite installée pour mesurer le débit et évaluer la productivité du gisement. En cas de succès, d'autres forages seront menés pour confirmer son potentiel. Plusieurs études économiques sont ensuite menées pour évaluer sa rentabilité avant que la décision de sa mise en exploitation ne soit prise.

3.4 Exploitation

3.4.1 Infrastructures d'extraction du gaz naturel

Lorsque le gisement de gaz naturel est considéré comme suffisamment certain en termes de volumes et de conditions économiques d'exploitation, il est possible de construire les installations nécessaires à son exploitation, telles que les puits d'extraction et les gazoducs reliant les puits aux réseaux collecteurs. L'opération d'extraction consiste à faire remonter à la surface le gaz naturel qui est emprisonné dans le sous-sol, en creusant un trou, parfois jusqu'à une profondeur de 6000 mètres. Les techniques modernes permettent de forer en déviation à partir d'un seul point, ce qui réduit le volume des installations de surface en concentrant les têtes de puits. Les opérations de forage peuvent être converties en opérations horizontales et améliorer la surface de drainage entre le puits et la roche réservoir. Les puits horizontaux peuvent atteindre une productivité cinq à dix fois supérieure à celle des puits verticaux pour les champs de gaz à faible perméabilité et les vastes zones. Dans de nombreux cas, le gaz naturel sort des puits sans intervention externe en raison de la pression, mais parfois des équipements de pompage sont nécessaires. Une fois le gaz extrait, la pression du circuit est réduite à la pression prévue pour le transport avant l'injection du gaz dans la conduite de transport. Pendant le processus d'extraction, l'expansion à la tête des puits entraîne la condensation des hydrocarbures les plus denses (du pentane à l'octane). Les liquides récupérés, connus sous le nom de "condensats de gaz naturel", se réfèrent à un pétrole très léger et de très grande valeur (donnant de l'essence et du naphta). Le gaz naturel extrait est dirigé à travers une conduite vers une usine de traitement du gaz. Pendant cette étape, deux conduites différentes sont utilisées, une pour le gaz et l'autre pour les condensats de gaz, Les

infrastructures d'extraction du gaz naturel en mer sont plus coûteuses que celles utilisées pour exploiter les gisements de gaz sur terre. En effet, l'extraction en mer nécessite l'utilisation de plateformes de forage et/ou de navires spéciaux. Pendant la phase d'exploitation, divers équipements sont nécessaires, tels que des séparateurs fournis notamment par Natco et Prosernat, des pompes immergées comme Centrifuge, Moineau et Framo, ou des pompes de surface comme KSB et Sulzer, ainsi que des compresseurs tels qu'Ingersoll-Rand et Atlas-Copco, etc[5].

3.4.2 Fin de l'exploitation

L'exploitation d'un gisement prend fin lorsque le coût d'extraction dépasse le bénéfice de la vente du gaz. Cela peut être dû à une augmentation de la quantité d'eau résiduelle remontant avec les hydrocarbures, rendant la déshydratation trop coûteuse. Ou bien, les procédés de récupération assistée deviennent trop onéreux pour maintenir une exploitation rentable. Les réserves ne sont jamais complètement épuisées, avec un taux de récupération de gaz atteignant 60 à 80%, supérieur à celui du pétrole qui ne dépasse pas 50% [5].

3.5 Production du gaz naturel

La production mondiale de gaz naturel a légèrement décru en 2022, en raison notamment du recul du gaz russe. L'invasion de l'Ukraine par la Russie en février 2022 a en effet provoqué un arrêt des importations des pays occidentaux, notamment européens. Les États-Unis ont conforté leur position de premier producteur dans ce secteur, comme dans celui du pétrole [6].

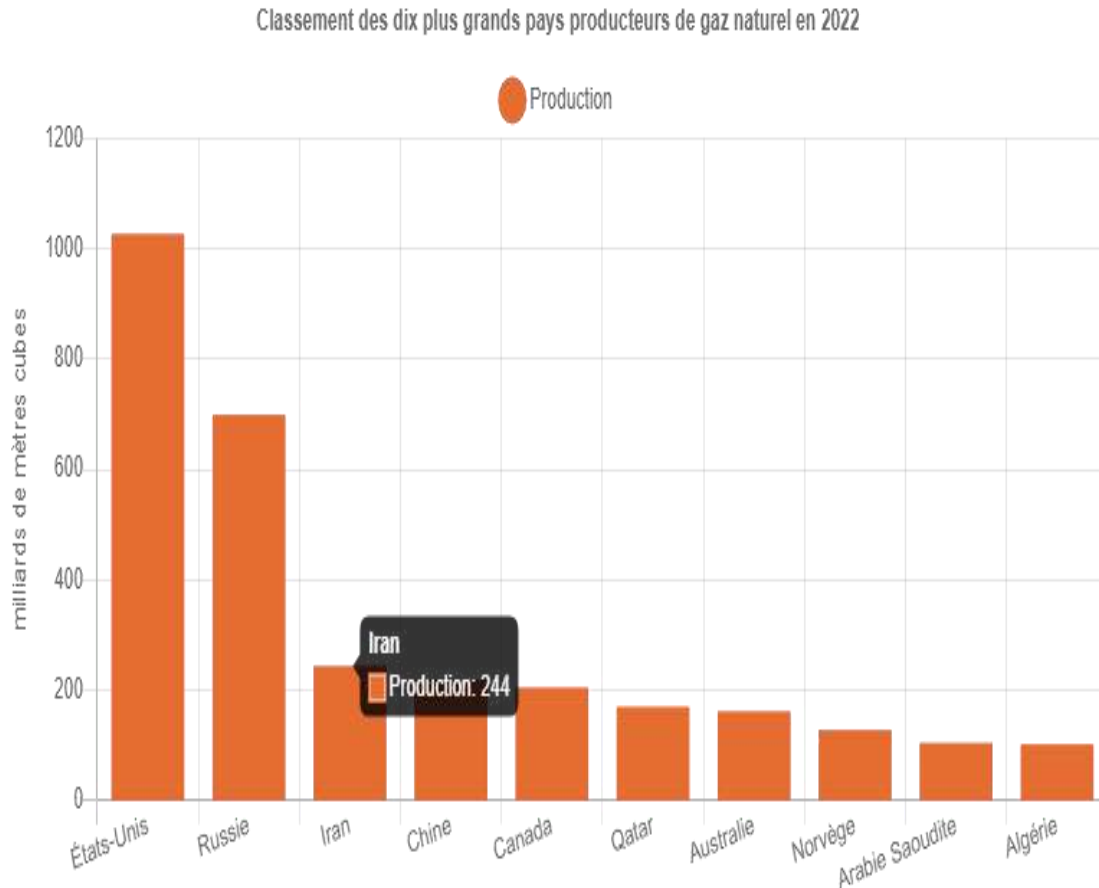


Figure I.3 : dix plus grands pays producteurs de gaz nature [2]

3.6 Traitement du gaz naturel

Le traitement du gaz naturel consiste à séparer les constituants présents à la sortie du puits tel que l'eau, le gaz acide, et les hydrocarbures lourds pour amener le gaz à des spécifications de transport ou de la spécification commerciale. La répartition de ces traitements entre les lieux de production et de livraison résulte des considérations économiques. Il est généralement préférable de ne réaliser sur le site de production que les traitements qui rendent le gaz transportable. Les principaux traitements qui sont effectués sont :

- Une première étape permet de réaliser la séparation de fractions liquides éventuellement contenues dans l'effluent du puits : fractions liquides d'hydrocarbures (gaz associé ou à condensât d'eau libre), et l'étape de traitement qui suit dépend du mode de transport adopté.
- Le gaz naturel ainsi que ses différentes fractions peuvent être transportées sous forme:
 - Gaz naturel comprimé (transport par gazoduc).

- Gaz du pétrole liquéfié (GPL).
- Gaz naturel liquéfié (GNL).
- Produits chimiques divers (méthanol, ammoniac, urée ...etc.).

Certains composants du gaz naturel doivent être extraits soit pour des raisons imposées par les étapes ultérieures de traitement ou de transport, soit pour se conformer à des spécifications commerciales ou réglementaires.

Il peut être ainsi nécessaire d'éliminer au moins partiellement :

- L'hydrogène sulfuré H_2S : toxique et corrosif.
- Le dioxyde de carbone CO_2 : corrosif et de valeur thermique nulle.
- Le mercure: corrosif dans certain cas.
- L'eau conduisant à la formation d'hydrates.
- Les hydrocarbures qui se condensent dans le réseau de transport.
- L'azote : de valeur thermique nulle.

Les spécifications à respecter pour le gaz traité sont liées aux conditions de transport par gazoduc, ces spécifications de transport visent à éviter la formation d'une phase liquide (hydrocarbure ou eau), le blocage de la conduite par des hydrates et une corrosion trop importante. On impose dans ce cas une valeur maximale aux points drosée (eau et hydrocarbures) [7].



Figure I.4 : Traitement de gaz

3.7 Transport par canalisation

Les tubes d'acier utilisés actuellement pour la construction des gazoducs transportant du gaz naturel sur de longues distances, sont exclusivement fabriqués en acier à haute résistance, plus exactement ceux ayant un grade élevé, l'emploi de ces aciers a permis de réduire l'épaisseur des tubes ; Ces derniers sont obtenus par cintrage d'une tôle et soudure le long d'une génératrice, ensuite ils sont soudés entre eux et enterrés à une profondeur d'environ 1,5m. Les spécifications auxquelles doivent répondre les tubes d'acier destinés au transport du pétrole et du gaz naturel sont fixées par la norme A.P.I mise au point par l'American Pétroleur Institute en collaboration avec l'American Gaz Associations.. . Cependant, l'acier présente l'inconvénient d'être très sensible à la corrosion lorsqu'il est enterré dans le sol, donc son utilisation pour le transport des hydrocarbures, exige l'emploi de moyens efficaces pour le protéger contre l'agressivité des sols qui est due à des phénomènes électrochimiques et bactériologiques, elle est aussi liée à leurs teneurs en eau et à la quantité de sels solubles contenus dans le sol . Les moyens de protection contre la corrosion utilisés, peuvent être classés en deux catégories :

- Moyens de protection passifs : peintures spéciales, revêtements isolant.
- Moyen de protection actif : protection cathodique [8].

3.8 Stockage de gaz naturel

Il existe trois techniques principales de stockage souterrain :

- Le stockage en nappe aquifère : le gaz est injecté dans une couche souterraine de roche poreuse contenant de l'eau et recouverte d'une couche imperméable formant une couverture étanche.
- Le stockage en cavité saline : on crée par dissolution à l'eau douce une cavité souterraine artificielle de grande taille dans une roche sédimentaire composée de sel gemme (cristaux de chlorure de sodium). L'imperméabilité naturelle du sel gemme permet de stocker le gaz.
- Le stockage en gisement épuisé : le gaz est injecté dans d'anciens gisements d'hydrocarbures naturellement imperméables [19].

4 Réseau de distribution et moyens de transport et production de gaz en Algérie

4.1 Réseau de distribution et moyens de transport

- Un réseau de pipelines d'une longueur totale de 21.190 kilomètres, regroupant 43 pipelines équipés de 85 stations de pompage et de pression capables de transporter 406 millions de tonnes d'équivalent pétrole annuellement, dont 140 milliards de mètres cubes de gaz naturel.
- 17 navires, dont des méthaniers, des navires GPL et des pétroliers
- Deux gazoducs transcontinentaux : Le gazoduc transméditerranéen « Enrico Mattei », qui relie l'Algérie à l'Italie via la Tunisie, a été mis en service en 1983 et a une capacité de transport de 33,15 milliards de mètres cubes par an.

La société « Medgas », qui relie la ville de Beni Saf à Almeria en Espagne, et transporte du gaz à travers la mer Méditerranée. Elle a été lancée en avril 2011, avec une capacité de 10 milliards de m³/an [9].

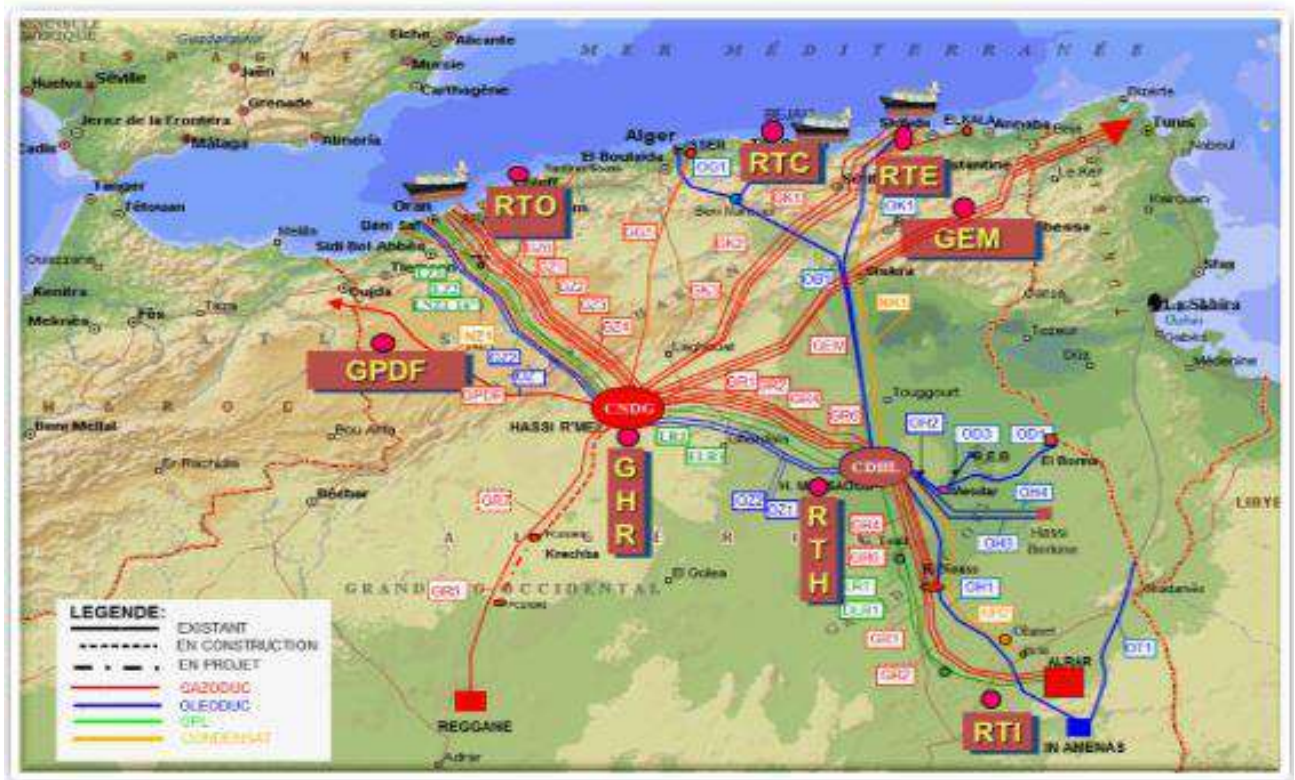


Figure I.5 : Réseau de distribution en algérie

4.2 Production de gaz en Algérie

4.2.1 Infrastructures et complexes gaziers

- 03 ports pétroliers (Arzew, Bejaia et Skikda) dotée d'une capacité de chargement de 1,3 million tonne
- 04 Complexes de liquéfaction de gaz (03 complexes à Arzew et 01 complexe à Skikda) avec une capacité totale de 55 millions de m³/an.

Il s'agit de :

- GL1K de Skikda mis en service en 1972 d'une capacité de 10 millions m³ GNL/an
- GL1Z Béthioua (Arzew), mis en service en 1978 doté d'une capacité séparation de 17,56 millions m³ GNL/an
- GL2Z Béthioua, mis en service en 1981 d'une capacité de liquéfaction de 17,8 millions m³ GNL/an
- GL3Z Béthioua, mis en service en 2014 d'une capacité séparation de 10,6 millions M GNL/an

- Sonatrach dispose aussi de deux (02) usines de traitement et séparation des mélanges GPL pour extraire les gaz butane et propane ayant une capacité totale de 10,4 millions de tonnes/an.

Il s'agit de :

- GP1Z Arzew, mis en service en 1983, capacité de liquéfaction : 9 millions tonnes/an
- GP2Z Arzew, mis en service en 1973, capacité de liquéfaction : 1,4 millions tonnes/an[9].

Dans cette courbe on retrouve la production de gaz naturel en Algérie.[11,12,13]

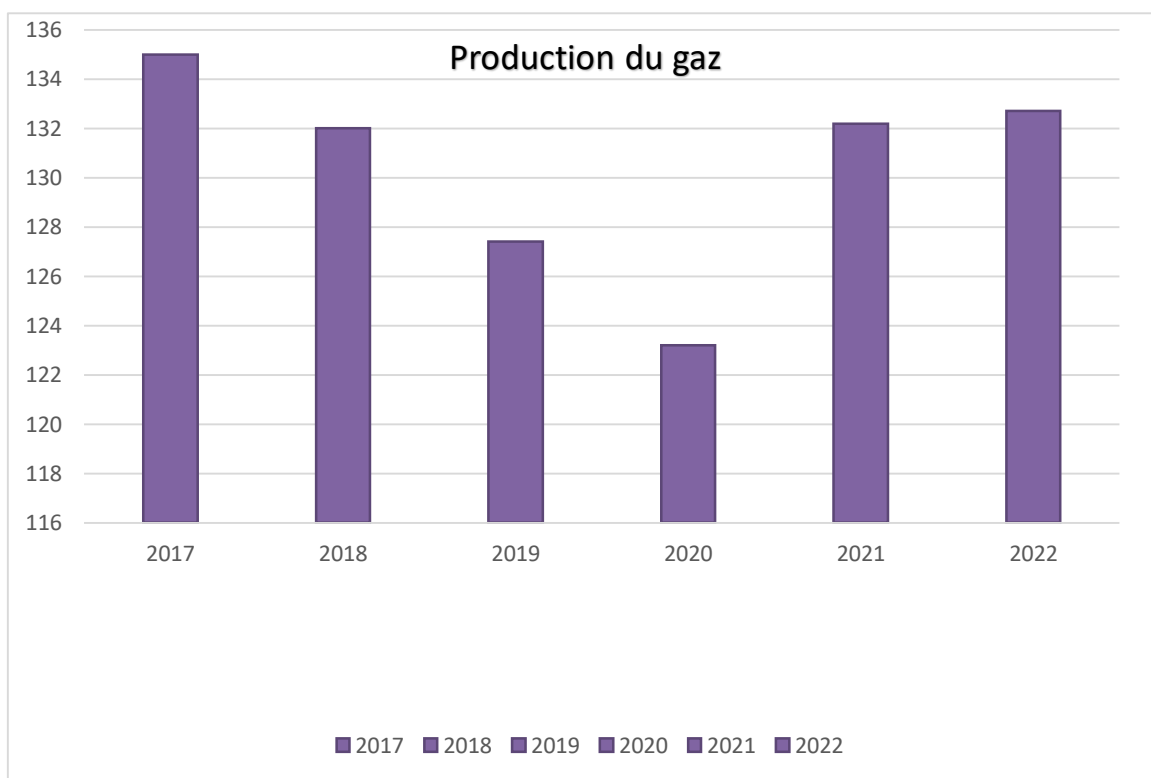


Figure I.6 : Production du gaz naturel en Algérie

5 Conclusion

Le gaz naturel est devenu un rôle essentiel dans l'économie mondiale, car l'Algérie en dépend pour développer son économie, en raison de ses grandes réserves de cette énergie. Cette ressource est exploitée dans plusieurs industries et usages, et c'est ce qui en a fait l'une des découvertes les plus importantes.

Chapitre II

Méthodologie

1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous présenterons la méthodologie adaptée pour calculer la consommation spécifique par secteur et la consommation globale actuelle de la localité de Fran et El koum. Une étude prospective des besoins en gaz à moyen et long terme sera réalisée. Nous allons tracer à partir d'un plan masse de cette localité un réseau gazier de différents diamètres en utilisant le logiciel Atoucad.

2 Collecte des données

Pour estimer La consommation totale de la localité de Fran , nous avons utilisé des données provenant de L'APC de Ngoussa pour l'années 2023 la la localité est occupé par 9175 habitant et 1835 logement pour en taux d'évolution 2 % / ans .

Les résultats de collecte des données est présenté sur le tableau suivant :

Tableau II.1 : Données de l'étude [14]

		Fran		El koum	
		Nom	Nmbr/ surface	Nom	Nmbr/ surface
Etabliss ement scolaire					
	Ecoles primer	saleh boudara Hassiba ben bouali Assal al-saeed Assal al-khair complexe scolaire	215 élève 230 élève 260 élève 126 élève 250 élève	Zighoud youssef complexe scolair	293 élève 250 élève
	CEM	khaled iben Al-oualid	670 élève		
Secteur tarsier					
	Mosquées	Al fath Al kabir sayiduna hamza sayiduna al abbas Talha iben al-zubair Saad iben abi ouaqas	1500 m ² 1000 m ² 300 m ² 300 m ² 300 m ² 300 m ²	Abdelhamid ben badis Omar iben Al khattab Al imam achafi	500 m ² 300 m ² 300 m ²
	les aménagement s publics	(2) salle de soins centre de santé bibliothèque celle d'intervention routiere	300 m ² 300 m ² 300 m ² 150 m ²	salle de soins	300 m ²
	Projets programmés	Lycée	500 élève		
Secteur Résidentiel		Nombre d'habitants : 9175 Nombre de logement : 1835 Le taux d'évolution est de : 2 %			

Nous avons partagé les secteurs consommés de gaz en 2 secteurs les secteurs tertiaire (Etablissement scolaire , Mosquées , les aménagements publics) et Résidentiel (l'habitant).

Par lot, la localité de Fran possède de capacité de 200 élèves/école

05 écoles primaires et 01 CEM pour Fran et El Koum.

3 Estimation de la consommation totale de la ville de Fran

3.1 Secteur Résidentiel

3.1.1 Méthodologie appliquée

Les consommations pour l'usage domestique ont été déterminées en se basant sur l'historique de consommation et les données climatiques d'une distribution publique témoin, la DP témoin choisie et la DP de Ouargla qui se trouve dans la même zone climatique de la localité de Fran .

3.1.2 Abonnés Résidentiel

La consommation des abonnés ordinaires est déterminée comme suit :

- Consommation annuelle chauffage : $C^a_{CH} = g \times N_{dj} \text{ (g : gradient)}$
- Consommation journalière chauffage : $C^j_{CH} = g (T_s - T_{2\%})$

T_s : c'est la température au dessous de la quelle les abonnées commencent à se chauffer.

$T_{2\%}$: C'est la température la plus basse observée pendant 100 ans.

- Consommation horaire chauffage : $C^h_{CH} = C^j_{CH} / N_h$

Le gradient g est une grandeur invariante quelque soit la zone climatique ,l'enquête montre que le parc logement est formé essentiellement des logements type F1 , F2 ,F3 et traditionnelle ces dernier sont assimilés aux logements type F3.

Les consommations unitaires domestique pour les différents types de logements sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau II.2 : Ratio de la consommation domestique [15]

Désignation	Logement Type F3	Unite
$C^a_T = C_{HCH} + C_{CH}$	12267	Th/an
C_{HCH}	5101	Th/an
$C^h_{HCH} = C_{HCH} / 2500$	2.04	Th /h
C_{CH}	7166	Th/an
$G = C_{CH} / Ndj$	5.48	Th/j
$C^j_{CH} = g (T_s - T_{2\%})$	148.17	Th/j
$C^h_{CH} = C^j_{CH} / 19$	6.17	Th /h
$C^h_T = C^h_{HCH} + C^h_{CH}$	8.21	Th /h

C^a_T : Consommation annuelle totale

C_{HCH} : Consommation annuelle hors chauffage

C_{CH} : Consommation annuelle chauffage

C^h_{HCH} : Consommation horaire hors chauffage

C^j_{CH} : Consommation journalière chauffage

C^h_{CH} : Consommation horaire chauffage

C^h_T : Consommation horaire totale

Th : Thermies

3.1.3 Calcul des consommations spécifique du secteur résidentiel

Les consommations déterminées par type de logement sont dressées dans le tableau ci-dessous.

Tableau II.3 : Consommation domestique

Type de logement	F3
Nombre de logement actuel	1835
Consommation spécifique en Th/h	8,21
Consumation en Th/h	15065.35
Consumation en Nm ³ /h	1545.16
Total en Nm³/h	1545.16

Le PCS utilisé est de 9.75 Th / m³

3.1.4 Evaluation des besoins à court terme, moyen terme et long terme

Pour étudier les phases court, moyen et long terme, la détermination des prévisions des consommations va se baser sur l'historique de la population avec un taux d'accroissement de 2 % par an. (Référence APC).

Tableau II.4 : Calcule le nombre de logement après (5,10,20 ans)

Type de logement	F1	F2	F3	F4	F5
Nombre de logement actuel (2023)	0	0	1835	0	0
Nombre de logement 2028	0	0	2026	0	0
Nombre de logement 2033	0	0	2237	0	0
Nombre de logement 2043	0	0	2727	0	0

3.1.5 Consommation de la clientèle projetée à court terme (5ans)

Tableau II.5 : Potentiel de logement à court terme

Nbr de logement actuel	Nbr de population à court terme (5ans)	Nbr de logement à construire à court terme	Débit du potentiel court terme
1835	10130	191	160.83

- Le nombre d'habitant à court terme sera de 10130 habitants
- Par application de la moyenne (05 personnes /foyer) le nombre de logement sera de 2026
- Le potentiel de logement sera $2026 - 1835 = 191$
- les logements seront assimilés à un logement de type F3.
- La consommation de ce potentiel est de 160.83 Nm³/h.

Les équipements d'accompagnement

- Le débit de l'équipement d'accompagnement pour 2500 logements : 390 Nm³/h.
Pour 191 logements sera $191 \times 390 / 2500 = 29.8 \text{ Nm}^3/\text{h}$.
- La consommation totale sera = 190.63 Nm³/h.

Fran à moyens terme (pour 191 logements et équipement) : **190.63Nm³/h.**

3.1.6 Consommation de la clientèle projetée à moyen terme (10ans)

Tableau II.6 : Potentiel de logement à moyen terme

Nbr de logement actuel	Nbr de population à moyen terme (10ans)	Nbr de logement à construire à moyen terme	Débit du potentiel moyen terme
1835	11184	401	337.66

- Le nombre d'habitant à moyen terme sera de 11184 habitants
- Par application de la moyenne (05 personnes /foyer) le nombre de logement sera de 2236
- Le potentiel de logement sera $2236 - 1835 = 401$.
- les logements seront assimilés à un logement de type F3.
- La consommation de ce potentiel est de 337.66 Nm³/h.

Les équipements d'accompagnement :

- Le débit de l'équipement d'accompagnement pour 2500 logements : 390 Nm³/h.
Pour 401 logements sera $401 \times 390 / 2500 = 62.55 \text{ Nm}^3/\text{h}$.
- La consommation totale sera = 400.21 Nm³/h.
- Fran à moyens terme (pour 401 logements et équipement) : **400.21 Nm³/h.**

3.1.7 Consommation de la clientèle projetée à long terme (20ans)

Suivant le même raisonnement du moyen terme

Tableau II.7 : Potentiel de logement à long terme

Nbr de logement actuel	Nbr de population à long terme (20ans)	Nbr de logement à construire à long terme	Débit du potentiel long terme
1835	13634	892	751.11

La consommation de ce potentiel est de 751.11 Nm³/h.

Les équipements d'accompagnement :

- Le débit de l'équipement d'accompagnement pour 2500 logements : 390 Nm³/h.

Pour 892 logement sera $892 \times 390 / 2500 = 139.15$ Nm³/h.

La consommation totale sera = 890.26 Nm³/h.

Fran à long terme (pour 892 logements et équipement) : **890.26Nm³/h.**

3.2 Secteur tertiaires**3.2.1 Abonnés tertiaires**

Les consommations des abonnés tertiaires sont déterminées sur la base leur équipement installé et des ratios obtenus à partir de l'historique des consommations des abonnés similaires de la DP témoin.

Les ratios retenus pour l'estimation des consommations des abonnés administratifs et tertiaires sont représentés dans les tableaux ci-dessous.

3.2.2 Les établissements scolaires

Tableau II.8 : Les écoles primaires. [15]

Désignation	Ratio
Consommation chauffage et hors chauffage	0,20 Th/h/élève

Tableau II.9 : Les écoles secondaire (Lycées, CEM, CFPA et Instituts de formation). [15]

Désignation	Ratio
Consumation chauffage	0,25 Th/h/élève

La consommation hors chauffage est nul du fait que les établissements enquêtés ne dispose pas d'internat et de régime demis pensionnaire.

3.2.3 Calcul des consommations spécifique du les établissement scolaires

Tableau II.10 : calcul la consommation des écoles primaires

Désignation	Nombre D'élève	Cons. Horaire Th/h	Cons. Horaire Nm ³ /h
Ecole saleh boudara	215	43	4.41
Ecole Hassiba ben bouali	230	46	4.72
Ecole Assal al-saeed	260	52	5.33
Ecole Assal al-khair	126	25.2	2.58
Zighoud yousef	293	58.6	6.01
complexe scolaire (quartier al-hurria)	250	50	5.13
complexe scolaire (quartier iben badis)	250	50	5.13
Total	1624	324.8	33.31

Consommation spécifique : 0.20 Th/h/élève.

Tableau II.11 : calcul la consommation des écoles secondaires (CEM , lycée)

Désignation	Surface couverte m ²	Cons. Horaire Th/h	Cons. Horaire Nm ³ /h
CEM khaled iben Al-oualid	670	167.5	17.18
Lycées (Fran)	500	125	12.82
Total	1170	292.5	30

Consommation spécifique : 0.25 Th/h/élève.

3.2.4 Etablissement hospitalier

Tableau II.12 : Secteur sanitaire (hôpitaux, polycliniques, centre de santé et salles de soins).[15]

Désignation	Ratio
Consumation hors chauffage	0,64Th/lit/h
Consumation chauffage	0,26 Th/h/ m ²

3.2.5 Calcul des consommations spécifiques des établissements hospitaliers

Tableau II.13 : Consommation des centres et salles de soins

Désignation	Surface couverte m^2	Horaire .Cons Th/h	Horaire .Cons h^3Nm
Salle de soins (Fran)	300	78	8
Salle de soins (Fran)	300	78	8
centre de santé	300	78	8
Salle de soins (Elkoum)	300	78	8
Total	1200	312	32

Consommation spécifique : 0,26 Th/h/ m^2

3.2.6 Locaux à usage administratif

Tableau II.14 : Ration des Locaux à usage administratif. [15]

Désignation	Ratio
Consumation chauffage	0,17 Th/h/ m^2

3.2.7 Calcul des consommations spécifique du Locaux à usage administratif

Tableau II.15 : Consommation des locaux à usage administratif

Désignation	Surface couverte m^2	Cons. Horaire Th/h	Cons. Horaire Nm^3/h
Cellule d'intervention routiere	300	51	5.23
Bibliothèque	300	51	5.23
Total	600	102	10.46

Consommation spécifique : 0,17 Th/h/ m^2

3.2.8 Mosquées

Dans cette partie, nous allons calculer la consommation spécifique des mosquées de la ville de Fran et ELkoum , en utilisant une ration de la consommation de chauffage 0.17 th/h pour chaque mètre carré de surface totale occupée par les mosquées

Tableau II.16 : Ratio des mosquées. [15]

Désignation	Ratio
Consommation chauffage	0,17 Th/h/m ²

3.2.9 calcul consommations des Mosquées

Les résultats de ce calcul est présenté dans le tableau suivant :

Tableau II.17 : Consommation des mosquées

Désignation	Surface couverte m ²	Cons. Horaire Th/h	Cons. Horaire Nm ³ /h
Mosquées Al fath	1500	255	26.15
Mosquée Al kabir	1000	170	17.44
Mosquée sayiduna hamza	300	51	5.23
Mosquée sayiduna al abbas	300	51	5.23
Mosquée Talha iben al-zubair	300	51	5.23
Mosquée Saad iben abi ouaqas	300	51	5.23
Mosquée Abdelhamid ben badis	500	85	8.72
Mosquée Omar iben Al khattab	300	51	5.23
Mosquée Al imam achafi	300	51	5.23
Total	4800	816	83.69

Consommation spécifique : 0,17 Th/h/m²

3.3 Récapitulation des consommations de la clientèle existante (Actuel) :

Dans le tableau suivant , nous présentons la consommation globale des clients existant(état actuel) :

Tableau II.18 : Consommation totale à l'état actuel

Désignation	Débit Horaire Nm ³ /h
Abonnées résidentiel	1545.16
Etablissement primaire	33.31
Mosques	83.69
Secteur sanitaire	32
Etablissement secondaire(CEM , lycée)	30
Locaux à usage administrative	10.46
Total	1734.62

3.4 La consommation à court terme (5 ans) :

Tableau II.19 : Consommation totale à court terme

	consumation
La consommation à l'état Actuel	1734.62 Nm ³ /h
La consommation pour 191 logements et équipement	190.63
Total en Nm³/h	1925.25 Nm³/h

3.5 La consommation à moyen terme (10 ans) :

Tableau II.20 : Consommation totale à moyen terme

	consumation
La consommation à l'état Actuel	1734.62 Nm ³ /h
La consommation pour 401 logements et équipement	400.21 Nm ³ /h
Total en Nm³/h	2134.83

3.6 La consommation a Long terme (20 ans) :

Tableau II.21 : Consommation totale à long terme

	consummation
La consommation à l'état Actual	1734.62 Nm ³ /h
La consommation pour 892 logements et équipement	890.26 Nm ³ /h
Total en Nm³/h	2624.88

3.7 Charge globale :

Tableau II.22 : Récapitulatif à différent horizon

Désignation	Année de référence	court terme (5ans)	moyen terme (10ans)	long terme(20ans)
Consommation Nm ³ /h	1734.62	1925.25	2134.83	2624.88

4 Traçage du plan et codification :

Utilisation du logiciel Autocad (version 2014) pour le traçage du plan avec différents diamètres, l'opération a passé par différente étape :

La première étape : plan du la ville avant de dessiner le Réseaux. [14]



Figure II.1 : Le plan d'agglomération de la localité Fran.

La deuxième étape : déterminer l'emplacement du poste de départ , C'est l'endroit le plus proche pour raccorder ce village au gaz

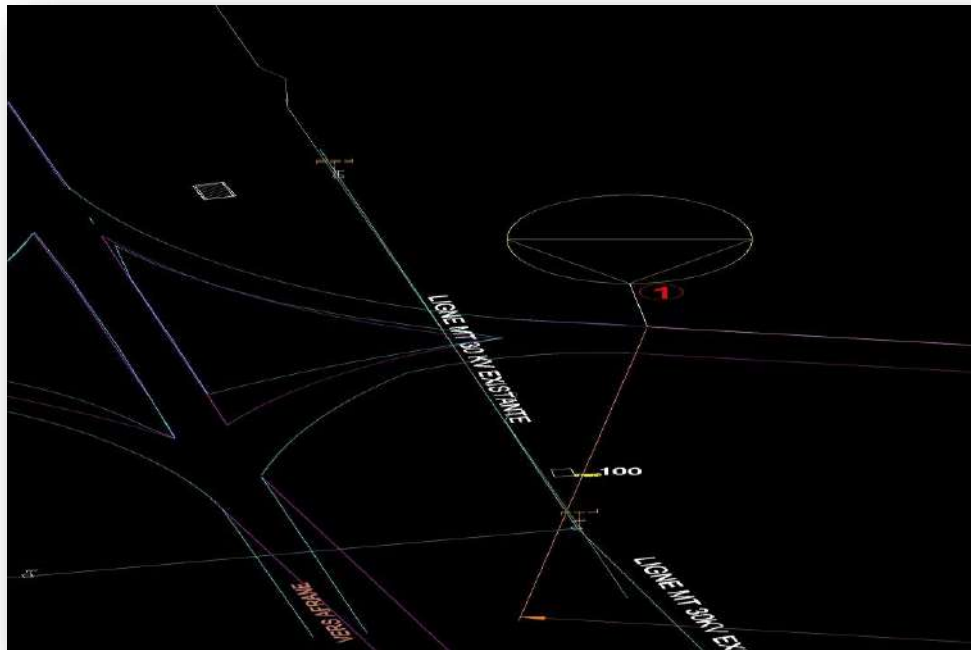


Figure II.2 :Choix de terrain de l'emplacement du poste de détente

La troisième étape : Traçage sur plan des conduites principales à savoir :

Conduite de diamètre 200 mm de diamètre du poste de détente jusqu'au dernier point du village en passant par la route principale.

Conduite de diamètre 125 mm en passant par les routes secondaires

Conduite de diamètre 63 mm en passant par les routes secondaires

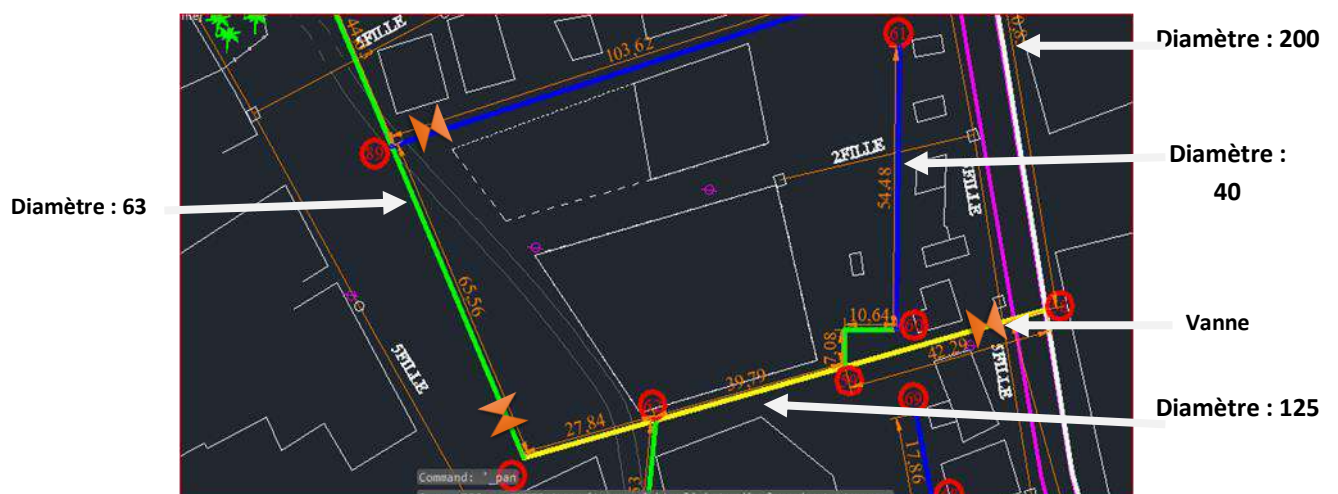


Figure II.3 : traçage des conduites sur plan Autocad.

La quatrième étape : Codification des nœuds, Dans cette étape nous avons numéroté chaque nœud avec un numéro spécifique.



Figure II.4 : Codification

La cinquième étape : Les Mesures , Dans cette étape , nous avons pris les mesures des longueurs entre deux nœuds consécutifs.

Exemple : nœud 128- nœud 130 : 37.11 ml (ml : mètre linéaire).

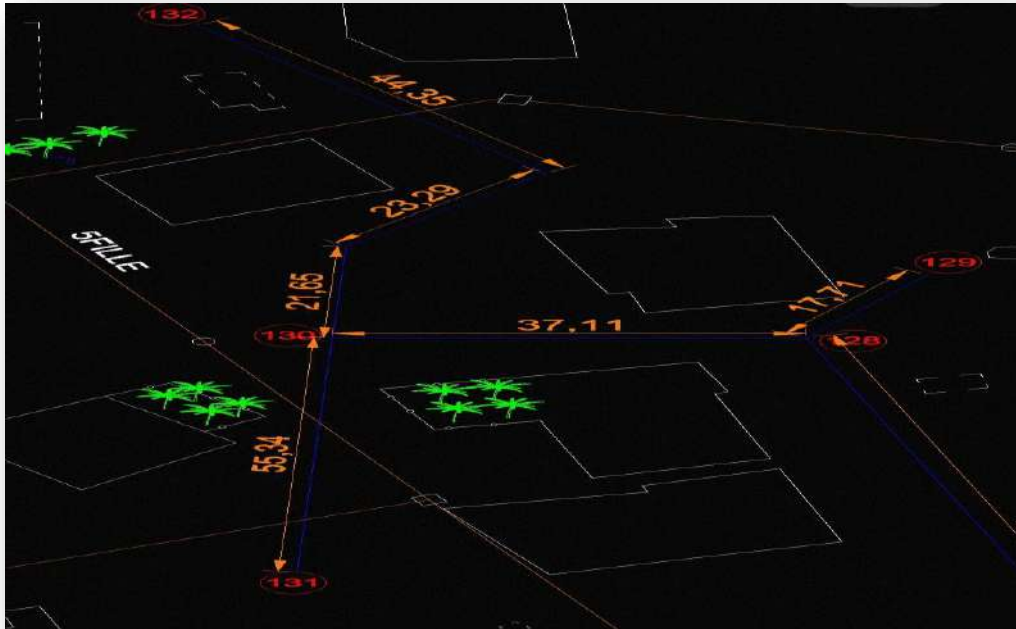


Figure II.5 : Exemple de mesure des distances entre les nœuds.

Presentation du plan finale :



Figure II.6 : réseau global de la distribution publique gaz Fran

5 Conclusion :

Après avoir calculé la consommation globale de la localité de Fran et el koum et après comparaison avec la consommation des localités similaires il semble que cette consommation est normale et répond à la demande.

En outre la configuration de réseau proposée par nous sois traverse les ruelles principales et secondaire de cette localité selon le cas et réalisable sur terrain.

Chapitre III

Résultats & discussions

1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter une étude technico-économique sur la conception d'un réseau gazier dans la localité de Fran. On commence par la détermination du fichier données puis des généralités sur le logiciel Aphyre. Nous présenterons par suite les résultats de calcul du programme Aphyre et l'étude économique du projet.

2 Aperçu sur la localité :

La localité Fran; se situe au nord-est de la ville de Ouargla et dépendant de la Wilaya de Ouargla. La superficie totale de la localité est de 14.52 Km² environ et avec une population actuelle de 9175 habitants. Le climat qui caractérise la région est celui de région du sud, très rude en hiver et chaud pendant l'été. La vocation de la région est essentiellement pastorale et agricole.

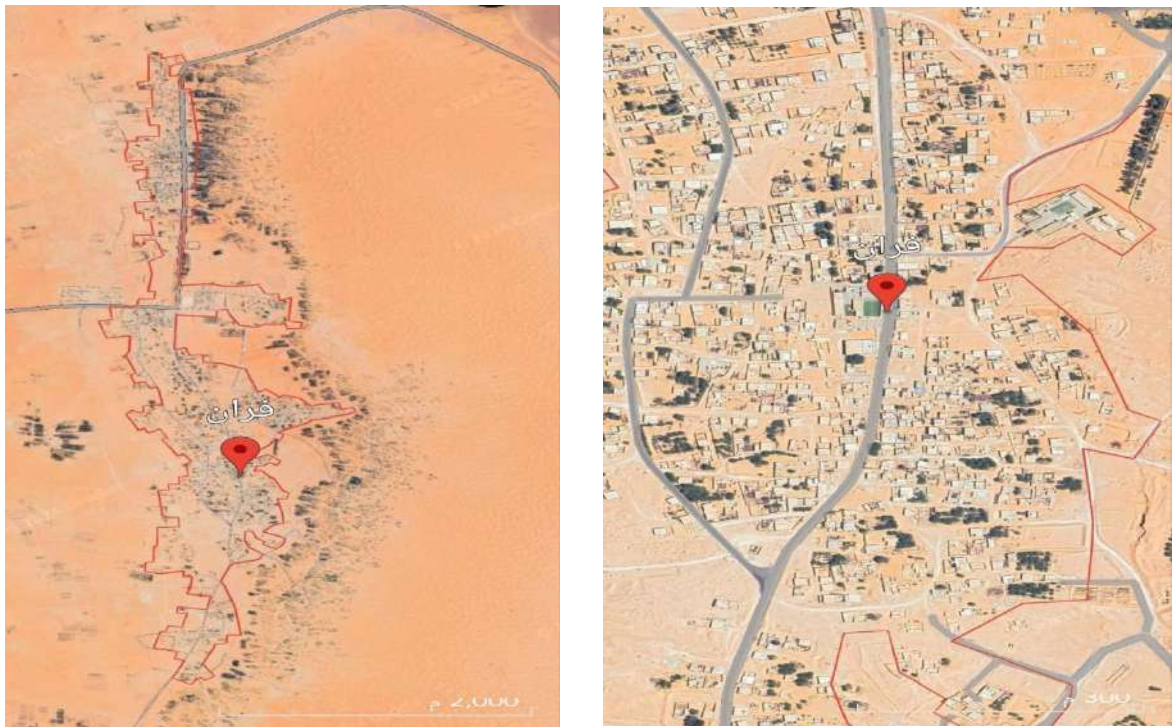


Figure III.1 : La situation géographique de localité du Fran. [16]

3 Détermination du fichier données

Pour entamer la partie calcul, il faut établir d'abord le fichier données qui se base sur des cartes chaque carte à sa spécificité, et ce par :

- Codification du plan par attribution des numéros des nœuds
- Mesures des différents longueurs par diamètre.
- Porte des mesures sur le fichier données (bloc note). Le reste des résultats sont en annexe. (ANEXE 01)

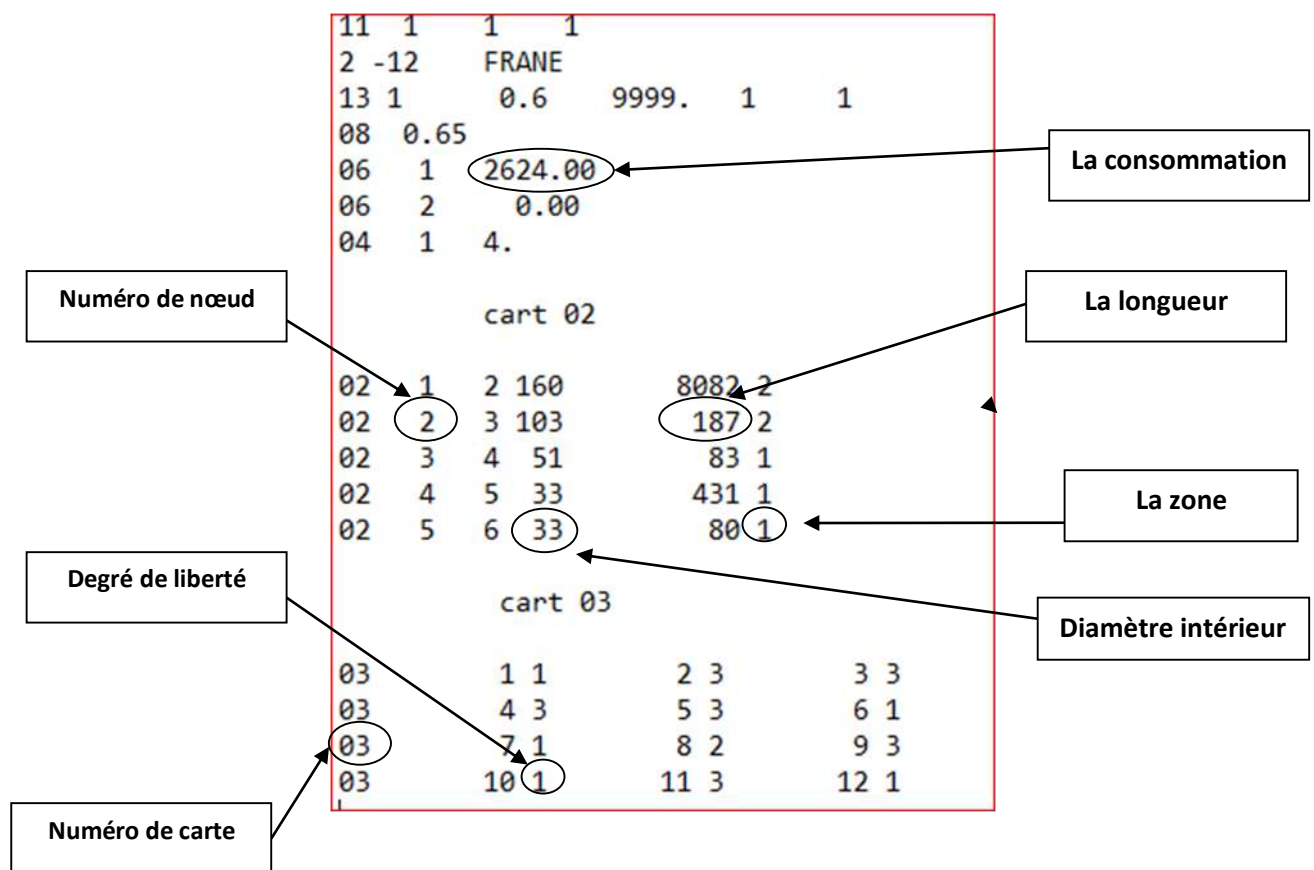


Figure III.2 : Explication du fichier données

3.1 explication des cartes :

Dans le tableau ci-dessous se résume le rôle de chaque carte dans le logiciel Aphyre. Chaque carte à sa spécificité pour que le logiciel s'exécute correctement.

Tableau III.1 : Fichier données (explication des cartes). [17]

Numéro de carte	Explication
11	Nombre de Réseaux A Traiter dans le même passage machine
13	Réseaux BP (0) - Réseaux MP (1). Densité fictive du gaz distribué (0.6). (9999.) cas où toutes les sources ont un débit imposé. (1) Unité (m ³ /h). (1) si on désire l'impression de la liste des liaisons entre les nœuds.
08	La Densité Réelle du gaz.
06	Numéro de zone. Consommation au mètre ou consommation globale pour chaque zone (m ³ /h).
04	Numéro de nœud source Pression en BP.(m ^m ce ou nœud); en MP(bar).
02	Numéro Nœud Extrémité 1. Numéro Nœud Extrémité 2. Diamètre intérieur En (mm). Longueur En (m). Numéro de zone
03	Numéro de Nœud Nombre de Tronçons liés
12	Nom du Réseau

4 Programme de calcul ' APHYRE ' :

Les données ainsi traitées vont servir d'entrée au modèle ' APHYRE ' pour le calcul de réseau. Le modèle APHYRE est un modèle de simulation de réseau de distribution en régime permanent, il existe sous trois versions (200, 900 et 2000 nœuds).

A partir des données caractérisant le réseau et des consommations mises sous la forme voulue, APHYRE calcule les pressions aux différents nœuds et les pertes de charges sur chaque tronçon.

Ces résultats étant fortement tributaires des données fournies, ils doivent être examinés et interprétés avec minutie par l'agent chargé de l'étude.

Le calcul d'un réseau est effectué uniquement avec un seul régime de pression, soit la basse pression, soit la moyenne pression de type B, mais pas les deux simultanément.

Pour tous les calculs de réseaux gaz, APHYRE utilise des cartes de données qui doivent être présentées dans l'ordre indiqué ci-après.

L'utilisation des cartes [02-03-04-05-06-07] oblige à faire précéder chaque type de carte par une carte portant uniquement le code de cette dernière.

L'utilisation de tous les codes des cartes n'est pas obligatoire pour chaque étude, elle dépend de l'approche faite par l'utilisateur. [14]

Ce logiciel se base sur la formule de Renouard :

$$Pa^2 - Pb^2 = 48600 \times S \times L \times Q^{1.82} \times D^{-4.82} \quad (\text{III.1})$$

Avec :

S : la densité fictive du gaz.

L : la longueur entre deux nœuds .

Q : le débit en m³/h .

D : la section interne de la canalisation.

5 Résultats Technique du programme de calcul :

Après l'établissement des fichiers, nous avons exécuté sur logiciel APHYRE en se basant sur le formule de « Renouard ». Les résultats du programme APHYRE sont :

- ✓ Pression à chaque nœud
- ✓ Débit (avec le sens) dans chaque tronçon
- ✓ Perte de charge par unité de longueur pour chaque tronçon
- ✓ Indication des tronçons ayant la plus forte perte de charge par unité de longueur.
- ✓ Pression minimale constatée avec identification du nœud.
- ✓ Longueurs des canalisations classées par diamètre.
- ✓ les données physiques saisies.
- ✓ Le nombre de nœuds maillés, antennes et total réseau.
- ✓ Le classement des tronçons ayant les pertes de charge les plus importantes.

5.1 Pression et perte de charge à chaque nœud :

Suite aux résultats obtenus du logiciel Aphyre, nous présentons les pressions et les pertes de charge au niveau de chaque nœud du réseau. Dans le tableau ci-dessous nous donnons à titre indicatif les pressions et les pertes de charge de 19 nœuds. Le reste des résultats sont en annexe (ANEXE 02)

Tableau III.2 : extrait de pression et perte de charges

Numéro de nœuds	Pression Pour P= 4 bar	pertes de charges Quadratiques
2	2,964	9,353
3	2,963	9,367
4	2,958	9,403
5	2,924	9,67
6	2,924	9,67
7	2,924	9,673
8	2,957	9,412
9	2,952	9,449
10	2,952	9,45
11	2,951	9,458
12	2,951	9,458
13	2,951	9,46
14	2,951	9,46
15	2,951	9,46
16	2,955	9,426
17	2,922	9,691
18	2,921	9,7
19	9,521	9,7
20	2,903	9,84

Nous remarquons que les pressions liées aux gros diamètres(200 et 125) sont légèrement prêt à la pression source ; quant aux pression démunies sont liées aux petites diamètres(63 et 40). Idem pour les pertes de charge.

5.2 Classement des plus grandes pertes de charges

Les résultats obtenus après exécution du logiciel Aphyre du classement des plus grandes pertes de charge soit 54 nœuds. Dans le tableau ci-dessous nous donnons à titre indicatif le classement de 09 plus grandes pertes de charge. Le reste des résultats sont en annexe (ANEXE 04)

Tableau III.3 : extrait de pertes de charge les plus importantes

Numéro de nœuds Extrémités du Tronçon		pertes de charges Quadratiques par mètre
378	379	0.00505052
379	381	0.00449752
322	323	0.00399094
381	387	0.00350168
465	466	0.00292333
487	391	0.00279746
323	331	0.00256676
102	103	0.00212779
466	472	0.00202595

Nous remarquons que les pertes de charge les plus importantes sont aux niveaux des petits diamètres notamment le diamètre 40 ; ceci est dû au rétrécissement des petits diamètres par rapport aux gros diamètres.

5.3 Débit (avec le sens) dans chaque tronçon

Les résultats obtenus du logiciel Aphyre concernant le débit entre deux nœuds dans ce réseau et les sens de circulation du gaz entre les nœuds. Dans le tableaux suivant nous présentons quelques tronçons soit 20 tronçons. Le reste des résultats sont en annexe (ANEXE 03)

Tableau III.4 : Extrait de débit

NUMERO DE NOEUDS EXTREMITES DU TRONCON		Débit			
NOEUD J	NOEUD I	I Vers J m ³ /h	Diamètre (mm)	Longueur (m)	PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES PAR METRE
2	1	2624.000	160.0	8082.0	0.0011573
3	2	176.390	103.0	187.0	0.0000710
4	3	75.098	51.0	83.0	0.0004446
5	4	28.409	33.0	431.0	0.0006178
6	5	2.640	33.0	80.0	0.0000082
7	5	4.454	33.0	135.0	0.0000212
8	4	28.772	51.0	112.0	0.0000776
9	8	21.876	33.0	97.0	0.0003840
10	9	1.980	33.0	60.0	0.0000048
11	9	12.736	33.0	60.0	0.0001435
12	11	1.155	33.0	35.0	0.0000018
13	11	6.929	33.0	46.0	0.0000474
14	13	0.990	33.0	30.0	0.0000014
15	13	1.716	33.0	52.0	0.0000037
16	536	98.624	51.0	81.0	0.0007300
17	50	2337.400	160.0	261.0	0.0009376
18	17	138.520	103.0	210.0	0.0000458
19	18	0.000	103.0	186.0	0.0000000
20	454	108.980	51.0	85.0	0.0008755
21	20	6.599	33.0	200.0	0.0000434

Nous remarquons que le débit est proportionnel au longueur, attribution du logiciel par densité pré-calculée.

5.4 Pression minimale constatée avec identification du nœud :

Dans le tableau ci-dessous nous notons la pression la plus basse ainsi que les pertes de charge la plus importantes calculée.

Tableau III.5 : Le pression et la perte de charge la plus basse.

Numéro de nœud	419
Pression (bar)	2.3314
pertes de charges	14.01214

Remarque : Il est à noter que la pression minimale ne doit pas être inférieure à 2 bar, et ce pour permettre aux détendeurs des abonnés de fonctionner correctement.

5.5 les longueurs des conduites par diamètre :

Dans le tableau ci-dessous sont donné les longueurs par diamètre ainsi que la longueur totale du réseau et les pourcentages y afférents.

Tableau III.6 : consistance du réseau

Diamètres en mm	40	63	125	200
Longueurs en mètres	31152	8564	6091	11189
Pourcentage %	54.6	15	10.7	19.7

Somme des Longueurs de Canalisation du Réseaux : **56996.00 mètres.**

Il y a lieu de noter que le pourcentage le plus important est attribué au diamètre 40 car c'est le diamètre qui desservi directement les clients.

6 Etude Economique du projet :

Afin de déterminer la rentabilité économique du projet, nous utilisons les résultats issus des logiciels APHYRE à savoir :

- les longueurs totales par diamètre
- nombre de branchement

Dans les tableaux ci-dessous nous illustrons les prix unitaires et les coûts des ouvrages par nature et par diamètre ainsi que le coût global du projet. [18]

Tableau III.7 : Les prix unitaires par nature et par diamètre (données économiques)

	Poste	Diamètre 40	Diamètre 63	Diamètre 125	Diamètre 200	Branchement
prix unitaire fourniture (DA)	80,000,000 .00	1,035.00	1,369.00	2,128.00	4,313.00	11,000.00
prix unitaire Mise en œuvre (DA)	2,000,000 .00	1000.00	1000.00	2000.00	2000.00	10,000.00

Le tableau ci-dessus récapitule les prix unitaires des différentes composantes du réseau gaz de la localité de Fran, il est à noter que ce prix englobe le prix d'achat, la maintenance et la mise en œuvre .

$$C_c = \sum_i L_i \times P_u \quad (\text{III.2})$$

Avec :

C_c : Coût global des conduites (DA) ;

L_i : Longueur de chaque diamètre étudié (mètre linéaire, ml) ;

P_u : Prix unitaire (DA/ml)

$$C_b = \sum_i N_i \times P_u \quad (\text{III.3})$$

Avec :

C_b : Cout global des branchements (DA) ;

N_i : Nombre des branchements ;

P_u : Prix unitaire (DA/ml)

Les prix sont déterminés d'après les statistiques des projets et affaires réalisées dans les différentes wilayas du territoire national. Donc ce sont des moyennes utilisées par Sonelgaz pour déterminer les prix unitaires. Le calcul du coût total du projet est présenté sur le tableau suivant :

Tableau III.8 : Cout total du projet.

	Poste	Diamètre 40	Diamètre 63	Diamètre 125	Diamètre 200	Branchement
Coût (MDA)	100	63,39	20,28	25,14	70,63	399
Coût total du projet = 678,46 MDA						

A partir de ce tableau nous remarquons que le branchement de gaz vers les abonnées représente la plus grande partie dans le cout total du projet environ 58.04%. Suivi par le coût d'achat et d'installation de poste distribution (100 millions de Dinars, 14.74%).

7 Retour d'investissement

Dans cette partie nous allons faire une approche pour estimer le cout du projet ainsi que le retour d'investissement et ce en adoptant que 50% des clients vont être intégré la première année, 75 % seront intégrés en 2eme année et 90 % à long terme.

Quant à la consommation moyenne est calculé selon les statistique de Sonelgaz ainsi que le prix moyen de la thermie.

Le tarif moyen : 0.337 DA/th.

La moyenne de consommation par client : 1500 th/ client/an

1^{er} année : 50 % des abonnés seront Intégrés $50 \% * 1835 = 918$

Nombre de client actuel :

Consommation : $918 * 1500 * 0.337 = 4.64$ million DA

2^{em} Année : 75 % seront Intégrés

Nombre de client : $75 \% * 1835 = 1376$

Consommation : $1376 * 1500 * 0.337 = 6.96$ million DA

A long terme : 90 % des abonnées seront Intégrés

$2727 * 90 \% = 2454$

Consommation : $2454 * 1500 * 0.337 = 12.4$ million DA

La consommation moyen par Année : $(12.4+6.96+4.64)/3 = 8$ million DA

La consommation après 85ans

$\Sigma 85 \text{ ans} : 8 * 85 = 680$ million

Si nous prenons en considération le prix des bouteilles butanes consommés par la population durant la même période, le cout ne va pas être changé car c'est la même quantité consommée soit en butane ou gaz naturel.

Le prix des vannes n'a pas beaucoup d'influence sur le cout total à titre d'exemple :

- Vanne DN(diamètre nominal)125 : 20000.00 DA.
- Vanne DN(diamètre nominal) 200 : 80000.00 DA.
- Le coût du projet : 678 million DA.
- Le cumul sur 85 ans : 680 millions DA.

8 Conclusion

Comme résumé le résultat technique est comme ci-après :

- La longueur totale du réseau 56996.00 ml.
- La longueur du diamètre 200 représente 19.70 %.
- La longueur du diamètre 125 représente 10.70 %.

- La longueur du diamètre 63 représente 15.00 %.
- La longueur du diamètre 40 représente 54.60 %.

Quant à la partie économique, il y a lieu de noter que le projet a beaucoup des avantages à savoir :

- Sédentarisation de la population de Fran et Koum.
- Création de l'emploi directe par le recrutement des agents qui vont servir au suivi du réseau après mise en service.
- Emploi indirecte au moment de la réalisation du projet(entreprise de réalisation) et après.
- Le confort à la population à l'instar de la population de Ouargla.
- La réduction des zones d'ombres.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le résultat de cette étude permet aux citoyens de la localité de Frane et El Koum de bénéficier du confort que donne le gaz naturel de ces localités à l'instar des localités avoisinantes à savoir Ngoussa et El Bour.

Le réseau ainsi déterminé « Frane et El Koum » répond aux normes internationales et aux normes spécifiques de Sonelgaz, et après avoir exécuté toutes les étapes que demande chaque chapitre à savoir :

- Le calcul de la consommation en différents horizons.
- La configuration du réseau.
- Le calcul des débits, perte de charge et pression en différents nœuds en utilisant le logiciel Aphyre
- Le calcul économique et la rentabilité du projet.

A l'issue des résultats de calcul de pressions et débits le réseau peut satisfaire les besoins de la demande de cette localité à long terme (20 ans) sans qu'il soit actualisé.

Quant à la partie économique, il y a lieu de noter que le projet a beaucoup des avantages à savoir :

- Sédentarisation de la population de Frane et Koum.
- Création de l'emploi directe par le recrutement des agents qui vont servir au suivi du réseau après mise en service.
- Emploi indirecte au moment de la réalisation du projet(entreprise de réalisation) et après.
- Le confort à la population à l'instar de la population de Ouargla.
- La réduction des zones d'ombres.
- Participe à la protection de l'environnement par la réduction du dégagement du CO₂.

Nonobstant, la rentabilité économique et ce en absence des projets stratégiques comme exemple les usines qui consomment des quantités importantes de gaz et le prix de la thermie est plus élevé que celui des citoyens(prix subventionné par l'état).

En ce qui concerne les perspectives de cette étude, nous proposons ce qui suit :

- Développement d'un logiciel permettant de déterminer le fichier données afin de faciliter le travail de l'utilisateur et gagner du temps.

- Une étude statistique des ratios de consommation des régions du sud.

Références bibliographiques

- [1]. ministère de l'énergie des mines ;[en ligne] disponible sur :<<https://www.energy.gov.dz/?article=le-taux-de-couverture-en-gaz-naturel-a-atteint-62-%25-au-niveau-national> > (consulté le 06/10/2020).
- [2]. Connaissance des énergies ;[en ligne], (Modifié le 24/05/2024) disponible sur :< <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/gaz-naturel> >
- [3]. Association suisse de l'industrie gazée ASIG ;[en ligne] disponible sur :< <https://gazenergie.ch/fr/protect-donnees/> >
- [4]. Farouk Al-kasim. Exploration pétrolier.the world bank, 29 p. Disponible sur < <https://documents1.worldbank.org/curated/en/176501605177300814/pdf/Exploration.pdf> >
- [5]. Dr. chaouch noura, Traitement et industrie du gaz naturelle. Ouargla : UKMO. Cours, 2021, 116 p. Disponible sur :<<https://www.researchgate.net/publication/360720529_Traitement_et_industrie_du_gaz_na>> (consulté en 2021)
- [6]. Planète énergies;[en ligne] disponible sur :< <https://www.planete-energies.com/fr/media/chiffres/production-mondiale-gaz-naturel> >(consulté le 06/03/2024).
- [7]. SCRIBD;[en ligne] disponible sur :< <https://www.planete-energies.com/fr/media/chiffres/production-mondiale-gaz-naturel> >(consulté le 06/03/2024).
- [8]. Trabelsi Abderraouf, .conception d'un logiciel de dimensionnement de gazoducs application : Gazoduc GR4 reliant le champ de production de Rhourd Nouss au CNDG Hassi R'mel .[en ligne]. Génie mécanique. école national supérieur polytechnique, 2009, 107 p. Disponible sur : < <https://repository.enp.edu.dz/jspui/bitstream/123456789/1841/1/TRABELSI.Abderraouf.pdf> >
- [9]. Algérie presse service ;[en ligne] disponible sur :< <https://www.aps.dz/economie/167680-l-industrie-gaziere-en-algerie-par-les-chiffres> > (consulté le 02 /03/ 2024)
- [10]. Ministère de l'énergie et des mines ; [en ligne] disponible sur :< <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=activite-transport-par-canalisation> >

[11]. Sonatrach Rapport annule . Rapport Technique [en ligne]. Algérie : 2018, 68 p, disponible sur < <https://sonatrach.com/wp-content/uploads/2020/03/RAPPORT-ANNUEL-2018.pdf> >

[12] . Sonatrach Rapport annule . Rapport Technique [en ligne]. Algérie : 2020, 79 p, disponible sur < <https://sonatrach.com/wp-content/uploads/2021/10/RAPPORT-ANNUEL-2020.pdf> >

[13] . Sonatrach Rapport annule . Rapport Technique [en ligne]. Algérie : 2022, 152 p, disponible sur < <https://sonatrach.com/wp-content/uploads/2023/08/RAPPORT-ANNUEL-2022-FR.pdf> >

[14]. Données Statistique APC de Ngoussa ouargla ‘L’année 2023’.

[15]. le Guide technique de la distribution de gaz Sonelgaz ‘ L’année 2014’.

[16]. Google Earth.

[17]. Approche d’une Méthodologie d’étude d’un réseau d’une nouvelle distribution publique gaz (Sonelgaz Mars 1982).

[18]. révision du barème des prestations autres que la fourniture d’énergie; Note n°4235 du 02/08/2022

[19]. Planète énergies;[en ligne] disponible sur < <https://www.planete-energies.com/fr/media/article/stockage-gaz> > (consulté le 31 /05/ 2015)

ANEXE

(ANEXE 01) : Le fichier données

11	1	1	1		
2	-12		FRANE		
13	1	0.6	9999.	1	1
08	0.65				
06					
06	1	2624.00			
06	2	0.00			
04					
04	1	4.			
02					
02	1	2 160	8082	2	
02	2	3 103	187	2	
02	3	4 51	83	2	
02	4	5 33	431	1	
02	5	6 33	80	1	
02	5	7 33	135	1	
02	4	8 51	112	1	
02	8	9 33	97	1	
02	9	10 33	60	1	
02	9	11 33	60	1	
02	11	12 33	35	1	
02	11	13 33	46	1	
02	13	14 33	30	1	
02	13	15 33	52	1	
02	3	536 103	22	2	
02	536	16 51	81	1	
02	16	34 33	40	1	
02	34	35 33	87	1	
02	34	36 33	86	1	
02	36	37 33	93	1	
02	36	38 33	90	1	
02	16	39 51	126	1	
02	39	40 33	115	1	
02	40	41 33	75	1	
02	40	42 33	113	1	
02	39	43 51	173	1	
02	43	44 33	47	1	

03	1 1	2 3	3 3
03	4 3	5 3	6 1
03	7 1	8 2	9 3
03	10 1	11 3	12 1
03	13 3	14 1	15 1
03	536 2	16 3	34 3
03	35 1	36 3	37 1
03	38 1	39 3	40 3
03	41 1	42 1	43 3
03	44 3	45 1	46 1
03	47 3	48 1	49 1
03	50 3	51 3	52 3
03	53 1	54 3	55 1
03	56 2	57 3	434 1
03	435 1	436 3	437 3
03	438 1	439 2	440 3
03	441 1	442 1	443 2
03	444 3	445 3	446 1
03	447 1	448 2	449 3
03	450 1	451 3	452 1
03	453 1	17 3	18 3
03	19 1	454 3	455 3
03	456 1	457 3	458 1
03	459 1	20 3	21 1
03	22 3	23 1	460 3
03	461 1	24 3	25 3
03	26 1	27 1	28 3
03	29 3	30 1	31 1
03	32 2	462 3	33 1
03	463 1	464 3	465 2
03	466 3	467 3	468 1
03	469 3	470 1	471 1
03	472 3	473 1	474 3
03	475 3	476 1	477 3
03	478 1	479 3	480 1

(ANEXE 02) : extrait de pression et perte de charges

NUMERO DE NOEUDS	PRESSION POUR PO = 4.000 BARS	PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES	/	/	NUMERO DE NOEUDS	PRESSION POUR PO = 4.000 BARS	PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES
-----	-----	-----	/	/	-----	-----	-----
2	2.964	9.353	/	/	3	2.963	9.367
4	2.958	9.403	/	/	5	2.924	9.670
6	2.924	9.670	/	/	7	2.924	9.673
8	2.957	9.412	/	/	9	2.952	9.449
10	2.952	9.450	/	/	11	2.951	9.458
12	2.951	9.458	/	/	13	2.951	9.460
14	2.951	9.460	/	/	15	2.951	9.460
16	2.955	9.426	/	/	17	2.922	9.691
18	2.921	9.700	/	/	19	2.921	9.700
20	2.903	9.840	/	/	21	2.902	9.848
22	2.894	9.913	/	/	23	2.892	9.922
24	2.890	9.941	/	/	25	2.887	9.962
26	2.887	9.962	/	/	27	2.887	9.963
28	2.882	10.007	/	/	29	2.880	10.023
30	2.880	10.023	/	/	31	2.879	10.026
32	2.881	10.008	/	/	33	2.879	10.028
34	2.953	9.446	/	/	35	2.953	9.446
36	2.951	9.462	/	/	37	2.950	9.463
38	2.950	9.463	/	/	39	2.950	9.470
40	2.946	9.496	/	/	41	2.946	9.496
42	2.946	9.497	/	/	43	2.947	9.490

NUMERO DE NOEUDS	PRESSION POUR PO = 4.000 BARS	PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES	/	/	NUMERO DE NOEUDS	PRESSION POUR PO = 4.000 BARS	PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES
-----	-----	-----	/	/	-----	-----	-----
44	2.946	9.497	/	/	45	2.946	9.497
46	2.946	9.501	/	/	47	2.947	9.491
48	2.947	9.492	/	/	49	2.947	9.492
50	2.953	9.446	/	/	51	2.952	9.447
52	2.952	9.451	/	/	53	2.952	9.451
54	2.952	9.452	/	/	55	2.952	9.452
56	2.951	9.456	/	/	57	2.951	9.457
58	2.841	10.326	/	/	59	2.840	10.328
60	2.840	10.328	/	/	61	2.840	10.328
62	2.840	10.329	/	/	63	2.838	10.343
64	2.838	10.343	/	/	65	2.838	10.349
66	2.837	10.352	/	/	67	2.837	10.352
68	2.837	10.353	/	/	69	2.837	10.353
70	2.837	10.353	/	/	71	2.836	10.364
72	2.836	10.365	/	/	73	2.835	10.373
74	2.835	10.373	/	/	75	2.833	10.384
76	2.833	10.387	/	/	77	2.833	10.387
79	2.833	10.387	/	/	80	2.833	10.387
81	2.833	10.387	/	/	82	2.832	10.390
83	2.832	10.390	/	/	84	2.832	10.392
85	2.830	10.410	/	/	86	2.830	10.410
87	2.830	10.411	/	/	88	2.840	10.330
89	2.839	10.342	/	/	90	2.838	10.349
91	2.838	10.345	/	/	92	2.838	10.345

NUMERO DE NOEUDS	PRESSION POUR PO = 4.000 BARS	PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES	/	/	NUMERO DE NOEUDS	PRESSION POUR PO = 4.000 BARS	PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES
-----	-----	-----	/	/	-----	-----	-----
93	2.838	10.347	/	/	94	2.833	10.385
95	2.833	10.385	/	/	96	2.831	10.403
97	2.831	10.403	/	/	98	2.831	10.404
99	2.831	10.404	/	/	100	2.831	10.404
101	2.807	10.582	/	/	102	2.800	10.637
103	2.785	10.752	/	/	104	2.781	10.782
105	2.781	10.783	/	/	106	2.781	10.784
107	2.780	10.792	/	/	108	2.777	10.818
109	2.776	10.819	/	/	110	2.776	10.826
111	2.775	10.827	/	/	112	2.775	10.827
113	2.775	10.828	/	/	114	2.774	10.836
115	2.774	10.836	/	/	116	2.774	10.837
117	2.768	10.885	/	/	118	2.767	10.894
119	2.767	10.894	/	/	120	2.765	10.906
121	2.765	10.906	/	/	122	2.765	10.908
123	2.764	10.911	/	/	124	2.761	10.938
125	2.761	10.939	/	/	126	2.761	10.938
127	2.761	10.936	/	/	128	2.750	11.023
129	2.750	11.023	/	/	130	2.749	11.027
131	2.749	11.027	/	/	132	2.749	11.028
133	2.760	10.942	/	/	134	2.760	10.946
135	2.760	10.943	/	/	136	2.759	10.953
137	2.758	10.959	/	/	138	2.758	10.959
139	2.758	10.959	/	/	140	2.758	10.959

(ANEXE 03) : Débit dans chaque tronçon

NUMERO DE NOEUDS EXTREMITES DU TRONCON	DEBIT	DIAMETRE	LONGUEUR	PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES PAR METRE
NOEUD J NOEUD I I VERS J M3/H	MM	M		
-----	-----	-----	-----	-----
23 22	6.632	33.0	201.0	0.0000437
24 460	63.318	51.0	59.0	0.0003259
25 24	14.287	33.0	121.0	0.0001768
26 25	1.848	33.0	56.0	0.0000043
27 25	3.300	33.0	100.0	0.0000123
28 24	41.310	33.0	54.0	0.0012212
29 28	13.792	33.0	98.0	0.0001658
30 29	0.594	33.0	18.0	0.0000005
31 29	4.685	33.0	142.0	0.0000232
32 28	21.612	51.0	27.0	0.0000461
33 462	2.376	33.0	72.0	0.0000068
34 16	24.813	33.0	40.0	0.0004829
35 34	2.871	33.0	87.0	0.0000095
36 34	14.914	33.0	86.0	0.0001912
37 36	3.069	33.0	93.0	0.0000108
38 36	2.970	33.0	90.0	0.0000101
39 16	65.661	51.0	126.0	0.0003482
40 39	16.201	33.0	115.0	0.0002223
41 40	2.475	33.0	75.0	0.0000073
42 40	3.728	33.0	113.0	0.0000153
43 39	35.800	51.0	173.0	0.0001154
44 43	13.099	33.0	47.0	0.0001510
45 44	0.726	33.0	22.0	0.0000008
46 44	5.048	33.0	153.0	0.0000266

NUMERO DE NOEUDS EXTREMITES DU TRONCON	DEBIT	DIAMETRE	LONGUEUR	PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES PAR METRE
NOEUD J NOEUD I	I VERS J M3/H	MM	M	
-----	-----	-----	-----	-----
47 43	13.396	51.0	62.0	0.0000193
48 47	2.739	33.0	83.0	0.0000087
49 47	2.937	33.0	89.0	0.0000099
50 2	2447.600	160.0	91.0	0.0010196
51 50	110.200	103.0	46.0	0.0000302
52 51	27.650	51.0	52.0	0.0000721
53 52	0.990	33.0	30.0	0.0000014
54 52	23.559	51.0	12.0	0.0000539
55 54	1.386	33.0	42.0	0.0000025
56 54	14.947	51.0	165.0	0.0000235
57 56	9.008	33.0	15.0	0.0000764
58 498	1776.900	160.0	80.0	0.0005693
59 58	127.160	103.0	42.0	0.0000392
60 59	4.157	51.0	18.0	0.0000023
61 60	1.782	33.0	54.0	0.0000040
62 59	122.410	103.0	40.0	0.0000365
63 62	73.481	51.0	31.0	0.0004273
64 63	0.825	33.0	25.0	0.0000010
65 63	70.280	51.0	16.0	0.0003940
66 65	8.843	33.0	46.0	0.0000738
67 66	0.693	33.0	21.0	0.0000007
68 66	5.114	33.0	25.0	0.0000273
69 68	0.594	33.0	18.0	0.0000005
70 68	1.551	33.0	47.0	0.0000031

NUMERO DE NOEUDS EXTREMITES DU TRONCON	DEBIT	DIAMETRE	LONGUEUR	PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES PAR METRE
NOEUD J NOEUD I	I VERS J M3/H	MM	M	
-----	-----	-----	-----	-----
71 65	57.577	51.0	55.0	0.0002741
72 71	3.267	33.0	99.0	0.0000121
73 71	47.744	51.0	45.0	0.0001950
74 73	0.495	33.0	15.0	0.0000004
75 73	43.092	51.0	66.0	0.0001618
76 75	6.368	33.0	85.0	0.0000406
77 76	0.891	33.0	27.0	0.0000011
79 76	0.891	33.0	27.0	0.0000011
80 75	30.290	51.0	44.0	0.0000852
81 80	0.660	33.0	20.0	0.0000007
82 80	26.033	51.0	45.0	0.0000646
83 82	1.881	33.0	57.0	0.0000044
84 82	18.873	51.0	58.0	0.0000360
85 84	13.099	33.0	117.0	0.0001510
86 85	1.848	33.0	56.0	0.0000043
87 85	2.772	33.0	84.0	0.0000089
88 62	47.909	103.0	28.0	0.0000066
89 88	45.732	51.0	66.0	0.0001803
90 89	6.137	33.0	186.0	0.0000380
91 89	29.828	51.0	44.0	0.0000828
92 91	0.660	33.0	20.0	0.0000007
93 91	26.330	51.0	22.0	0.0000660
94 93	22.470	33.0	95.0	0.0004032
95 94	1.122	33.0	34.0	0.0000017

(ANEXE 04) : Classement des plus grandes pertes de charges

CLASSEMENT DES 54 PLUS GRANDES PERTES DE CHARGES METRIQUES		
NUMERO	DE NOEUDS EXTREMITES DU TRONCON	PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES PAR METRE
-----	-----	-----
378	379	0.00505052
379	381	0.00449752
322	323	0.00399094
381	387	0.00350168
465	466	0.00292333
387	391	0.00279746
323	331	0.00256676
102	103	0.00212779
466	472	0.00202595
502	503	0.00189271
472	474	0.00181359
215	216	0.00172486
391	401	0.00167929

103	107	0.00165993	226	227	0.00098735
331	337	0.00163757	482	483	0.00095373
300	301	0.00136114	113	117	0.00095335
18	454	0.00132603	17	50	0.00093761
337	339	0.00131617	513	514	0.00088040
474	475	0.00128038	20	454	0.00087553
413	414	0.00123361	301	305	0.00084593
503	511	0.00122761	474	482	0.00084406
24	28	0.00122115	17	464	0.00083896
107	113	0.00120354	391	392	0.00083498
401	402	0.00118588	331	332	0.00083049
272	273	0.00116842	311	312	0.00081859
1	2	0.00115729	423	424	0.00081415
511	513	0.00106380	402	404	0.00079507
323	324	0.00105948	305	306	0.00078631
2	50	0.00101962	339	345	0.00076195
216	226	0.00101843	401	413	0.00073004
			16	536	0.00073004