

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : *Génie mécanique*

Spécialité : *Énergétique*

Par : **CHERIFI IMAD EDDINE CHERIF**
SIDHOUM HOUD

Sujet

***Etude et réalisation de réhabilitation d'installation
intérieure de gaz d'établissement hospitalo-
universitaire Tlemcen***

Soutenu publiquement, le 22 / 06 / 2026 , devant le jury composé de :

Mr BENRAMDANE MOHAMMED
Mr GUELLIL HOCINE
Mme SARI HASOUN HIND
Mr BENOSMANE FAYSSAL

Pr Université de Tlemcen
MCA Université de Tlemcen
MAA Université de Tlemcen
Docteur Sonalgaz

Président
Examineur
Encadrante
Co-Encadrant

Année universitaire :
2025 /2026

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah, le Tout-Puissant, pour nous avoir accordé la force, la patience et les moyens nécessaires à la réalisation de ce travail.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à Madame SARI HASSOUN HIND enseignante en génie mécanique à l'Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen, ainsi qu'à Monsieur BENOSMANE FAYSSAL docteur en génie mécanique, pour avoir accepté d'encadrer ce projet. Leur disponibilité, leurs orientations pertinentes et leurs précieux conseils ont constitué un apport essentiel tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous exprimons notre gratitude aux membres du jury Mr. BENRAMDANE MOHAMMED (président) et Mr. GUELLIL HOCINE (Examineur) pour l'intérêt qu'ils portent à ce travail et pour avoir accepté de l'examiner :

Nos remerciements s'étendent également à l'ensemble du personnel de la direction de distribution de Sonalgaz à Tlemcen. Nous exprimons une reconnaissance particulière à Mr. CHERIFI MOHAMED Chef Division Technique Gaz, à Mr. BEN KALFAT AMINE Technicien Principale, ainsi qu'à Mr. DALI YUCEF KOUIDER chef service de maintenance gaz, pour leur accueil, leur soutien et les informations techniques fournies.

Nous tenons également à remercier tous les intervenants ayant participé au projet de réhabilitation du réseau de gaz au sein du centre hospitalier, pour leur collaboration et leur contribution à la bonne compréhension du terrain.

Enfin, nous remercions l'ensemble des enseignants du département de génie mécanique de la Faculté de Technologie de l'Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen, ainsi que toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, dans notre formation au sein de l'université.

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail à :

Nos très chères mères.

Nos très chers pères.

Nos très chers frères et sœurs.

Toute notre famille.

À tous les enseignants et à tous nos amis.

الملخص

تتناول هذه المذكرة دراسة تقنية مخصصة لإعادة تأهيل شبكة الغاز الداخلية بالمركز الاستشفائي الجامعي بتلمسان، وقد جاءت هذه الدراسة نتيجة الحالة المتقدمة من تدهور الشبكة الحالية، والتي ترجع أساسًا إلى التآكل، وتقادم التجهيزات، ومختلف الأعطال التقنية التي تؤثر سلبيًا على سلامة وموثوقية المنشأة. وقد أُجريت في البداية دراسة نظرية استعرضت خصائص الغاز الطبيعي، ومنشآت الغاز الداخلية، إضافة إلى آليات التآكل ووسائل الحماية المرتبطة به. بعد ذلك، مكن تشخيص مفصل للمنشأة من إبراز أهم الاختلالات والتأكيد على أن التآكل يمثل السبب الرئيسي لتدهور أنابيب الشبكة. وانطلاقًا من هذه الدراسة، تم اقتراح حل لإعادة التأهيل يعتمد على استبدال الشبكة المتدهورة، وإعادة تحديد أبعادها، وتعزيز أنظمة الحماية. كما أنجزت دراسة اقتصادية لتقييم الجدوى المالية للمشروع وقياس مردوديته على المدى الطويل. وتؤكد النتائج المتحصل عليها أن إعادة التأهيل تمثل خطوة أساسية لضمان السلامة، واستمرارية الخدمة، والاستدامة طويلة الأمد لشبكة الغاز الداخلية بالمركز الاستشفائي الجامعي بتلمسان.

الكلمات المفتاحية

الغاز الطبيعي؛ شبكة الغاز الداخلية؛ التآكل؛ إعادة التأهيل؛ شبكة التوزيع؛ السلامة الصناعية؛ الحماية من التآكل.

ABSTRACT

This thesis presents a technical study dedicated to the rehabilitation of the internal gas installation of the Tlemcen University Hospital Center (CHU), motivated by the advanced deterioration of the existing network, mainly due to corrosion, equipment aging, and various technical failures compromising its safety and reliability. A theoretical study was first conducted to present the characteristics of natural gas, internal gas installations, as well as corrosion mechanisms and the associated protection methods. Subsequently, a detailed diagnosis of the installation highlighted the main anomalies and confirmed that corrosion is the primary cause of pipeline deterioration. Based on this analysis, a rehabilitation solution was proposed, involving the replacement of the deteriorated network, its resizing, and the strengthening of protection systems. Finally, an economic study was carried out to assess the financial feasibility of the project and its long-term profitability. The results obtained demonstrate that this rehabilitation is essential to ensure the safety, service continuity, and long-term sustainability of the internal gas installation of the Tlemcen University Hospital Center.

Keywords: natural gas, internal gas installation, rehabilitation, corrosion, diagnosis, safety, Tlemcen University Hospital Center (CHU).

RÉSUMÉ

Ce mémoire présente une étude technique consacrée à la réhabilitation de l'installation intérieure de gaz du Centre Hospitalo-Universitaire de Tlemcen, motivée par l'état avancé de dégradation du réseau existant dû principalement à la corrosion, au vieillissement des équipements et à diverses défaillances techniques compromettant sa sécurité et sa fiabilité. Une étude théorique a d'abord permis de présenter les caractéristiques du gaz naturel, les installations intérieures de gaz ainsi que les mécanismes de corrosion et les moyens de protection associés. Un diagnostic détaillé de l'installation a ensuite mis en évidence les principales anomalies et confirmé que la corrosion constitue la cause majeure de la détérioration des canalisations. À partir de cette analyse, une solution de réhabilitation a été proposée, reposant sur le remplacement du réseau dégradé, son redimensionnement et le renforcement des dispositifs de protection. Enfin, une étude économique a permis de vérifier la faisabilité financière du projet et sa rentabilité à long terme. Les résultats obtenus démontrent que cette réhabilitation est essentielle pour garantir la sécurité, la continuité de service et la pérennité de l'installation intérieure gaz du CHU de Tlemcen.

Mots-clés : Gaz naturel ; Installation intérieure gaz ; Corrosion ; Réhabilitation ; Réseau de distribution ; Sécurité industrielle ; Protection anticorrosion.

Liste des figures :

Chapitre 1

Figure I.1 : Transport du gaz par méthanier (bateau)	4
Figure I.2 : Transport le gaz par réseau Canalisations (gazoducs)	5
Figure I.3 : Chaine de valeur du gaz en Algérie- Niveaux de pression	9
Figure I.4 : Schéma des réseaux transport en Algérie.....	12
Figure I.5 : Canalisations (gazoducs) pour réseau transport gaz	2
Figure I.6 : Schéma d'un réseau de distribution Maillé	14
Figure I.7 : Schéma d'un réseau de distribution Ramifié	14
Figure I.8 : Schéma d'un réseau de distribution Mixte.....	15
Figure I.9 : Trois niveaux de coupure d'une installation de gaz	17
Figure I.10 : Schéma des organes de coupure du réseau de gaz	18
Figure I.11 : Vanne de sécurité gaz (organe de coupure générale OCG)	19
Figure I.12 : Vanne de coupure gaz	19
Figure I.13 : Soudage A l'arc Electric	21
Figure I.14 : Soudage oxyacétylénique	21
Figure I.15 : Brasage tendre d'un tube en cuivre	22
Figure I.16 : Brasage fort d'un tube en cuivre.....	23
Figure I.17 : Tubes en cuivre.....	23
Figure I.18 : Tubes en PEHD.....	24
Figure I.19 : Soudage bout à bout des tubes en PEHD.....	25
Figure I.20 : Électrofusion des tubes en PEHD.....	25
Figure I.21 : Différents éléments utilisés dans l'électrofusion	26

Chapitre 2

Figure II.1 : Equilibre d'un métal dans une solution.....	30
Figure II.2 : Bilan des différentes formes de corrosion.....	31
Figure II.3 : Corrosion d'une porte en acier inoxydable ferritique dans une atmosphère soufrée.....	32
Figure II.4 : Corrosion par piqûres d'une surface.....	33
Figure II.5 : Corrosion feuilletant d'une canalisation en alliage d'aluminium véhiculant de l'eau	33
Figure II.6 : Coupe métallographique montrant une corrosion sélective d'un laiton	34
Figure II.7 : Corrosion frottement d'une pièce en acier	34
Figure II.8 : Fissuration par corrosion sous contrainte dans une structure en acier allié soudée (contraintes induites par le soudage).....	35
Figure II.9 : Contrainte appliquée en fonction du nombre de cycle.....	35
Figure II.10 : Cloquage lié à une surprotection cathodique d'une canalisation pétrole	36
Figure II.11 : Corrosion par l'effet de Couples galvaniques.....	37
Figure II.12 : Branchement en cuivre sur canalisation acier.....	38
Figure II.13 : Corrosion par aération différentielle – Effet Evans.....	38
Figure II.14 : Schéma d'une pile galvanique responsable de la corrosion.....	39
Figure II.15 : Diagramme de POURBAIX.....	40
Figure II.16 : Corrosion due aux influences par induction	41
Figure II.17 : Corrosion due aux influences par conduction	41
Figure II.18 : Corrosion due aux influences par courants vagabonds	42
Figure II.19 : Balai électrique	47

Chapitre 3

Figure III.1 : Plan de l'installation intérieure gaz du CHU.....	55
Figure III.2 : Conduites en matière PEHD.....	59
Figure III.3 : Modèle plan d'étude CHU TLEMCEN.....	65
Figure III.4 : Positions des sorties de canalisations.....	66
Figure III.5 : Itinéraires des canalisations sur le site : plan d'étude.....	68
Figure III.6 : Tronçons du réseau : plan squelette.....	69

Chapitre 4

Figure IV.1 : Tracé proposé du nouveau réseau de gaz	80
Figure IV.2 : ouverture de tranché	80
Figure IV.3 : Dimensions normalisées de la tranchée.....	81
Figure IV.4 : Travaux de terrassement de la tranchée.....	81
Figure IV.5 : Réalisation du lit de pose en sable.....	82
Figure IV.6 : Pose des canalisations en PEHD	82
Figure IV.7 : Assemblage par électrofusion.....	83
Figure IV.8 : Opération de soudage des conduites	83
Figure IV.9 : Réalisation des branchements.....	84
Figure IV.10 : Enrobage des canalisations.....	84
Figure IV.11 : Remblaiement et pose du grillage avertisseur	85
Figure IV.12 : Contrôle par thermomètres à mercure.....	86
Figure IV.13 : Manomètres à mercure.....	86
Figure IV.14 : Manomètres.....	86
Figure IV.15 : Procès-verbal d'essai résistance.....	87
Figure IV.16 : Procès-verbal d'essai d'étanchéité.....	88

Liste des tableaux

Chapitre 1

Tableau I.1 : Composition moyenne du gaz naturel distribué en Algérie	6
Tableau I.2 : Limites d'inflammabilité du gaz naturel.....	7
Tableau I.3 : Classification des réseaux de distribution par pression	8
Tableau I.4 : Niveaux de valeur de pression du gaz en Algérie.....	10
Tableau I.5 : Structure organisationnelle de SONATRACH.....	10
Tableau I.6 : Types de postes de détente.....	13
Tableau I.7 : Types de postes de détente et de comptage.....	15
Tableau I.8 : Comparatif des matériaux pour installations intérieures gaz	21
Tableau I.9 : Correspondance des diamètres de tuyauteries Acier.....	22
Tableau I.10 : Matériaux utilisés selon le type de réseau.....	28

Chapitre 2

Tableau II.1 Différents types de revêtement.....	44
Tableau II.2 : Valeurs de densité de courant de protection pour l'acier.....	49
Tableau II.3 : Echelle de NERSNT.....	50

Chapitre 3

Tableau III.1 : Tableau récapitulatif des événements – Installation intérieure gaz du CHU de Tlemcen (2024–2026)	56
Tableau III.2 débits et besoins énergétiques pour chaque point.....	67
Tableau III.3 : Calcul de la pression de sortie de chaque tronçon	71
Tableau III.4 : Calcul des débits.....	72
Tableau III.5 : Calcul de diamètre théorique.....	72
Tableau III.6 : Diamètres normalisés PEHD avec diamètres intérieurs correspondants.....	73
Tableau III.7 : Diamètres réels.....	74
Tableau III.8 : Calcul de la pression réelle de chaque nœud.....	75
Tableau III.9 : Calcul du coût des matériaux.....	75

Chapitre 4

Tableau IV.1 : Dimensions des fouilles	79
Tableau IV.2 : Caractéristiques techniques des conduites soumises aux essais.....	88
Tableau IV.3 : Résultats des essais de contrôle, de résistance mécanique et d'étanchéité.....	89

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
CHU	Centre Hospitalo-Universitaire
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
BP	Basse Pression
MPA	Moyenne Pression type A
MPB	Moyenne Pression type B
MPC	Moyenne Pression type C
HP	Haute Pression
DP	Distribution Publique
GRTG	Gestionnaire du Réseau de Transport Gaz
HSE	Hygiène, Sécurité et Environnement
PC	Poste de Contrôle
OCG	Organe de Coupure Générale
OCS	Organe de Coupure du Site
OCA	Organe de Coupure d'Appartement
OCI	Organe de Coupure Individuelle
GNL	Gaz Naturel Liquéfié
GPL	Gaz Pétrole Liquéfié
UV	Ultra-Violet
SONATRACH	Société Nationale des Hydrocarbures
SONELGAZ	Société Nationale de l'Électricité et du Gaz
PV	Procès-Verbal
Nm ³ /h	Normal mètre cube par heure

Liste des symboles

Symbole	Désignation	Unité
CO ₂	Dioxyde de carbone	—
CH ₄	Méthane	—
C ₂ H ₆	Éthane	—
C ₃ H ₈	Propane	—
C ₄ H ₁₀	Butane	—
D	Diamètre	mm
e ⁻	Électron	—
Fe	Fer	—
Fe ²⁺	Ion ferreux	—
H ₂ S	Sulfure d'hydrogène	—
L	Longueur	km
N ₂	Azote	—
P	Pression	bar
ΔP	Perte de charge	mbar
Q	Débit volumique du gaz	Nm ³ /h
S	représente la densité fictive du gaz	
T	Température	°C
V	Vitesse	m/s

Liste des Unité

Unité	Grandeur	Désignation
mm/an	Vitesse de corrosion	mm par an
mm Hg	Pression	mm de mercure
g/cm ³	Masse volumique	Gramme par cm ³

Désignation	Définition
Gaz naturel	Combustible fossile composé principalement de méthane.
Chaîne gazière	Production, traitement, transport et distribution du gaz.
Gazoduc	Canalisation destinée au transport du gaz naturel.
Réseau de transport gaz	Ouvrages assurant l'acheminement à haute pression.
Réseau de distribution gaz	Conduites alimentant les consommateurs.
Station de compression	Installation maintenant la pression du gaz.
Poste DP	Poste de détente pour la distribution publique.
Poste client	Poste de détente, comptage et livraison du gaz.
Réseau maillé	Réseau composé de boucles interconnectées.
Réseau ramifié	Réseau à sens unique d'alimentation.
Réseau mixte	Combinaison des réseaux maillés et ramifiés.
Installation intérieure gaz	Distribution du gaz à l'intérieur d'un bâtiment.
Canalisation acier	Conduite métallique pour réseaux gaz.
Canalisation cuivre	Conduite utilisée dans certaines installations intérieures.
Canalisation PEHD	Conduite en polyéthylène haute densité.
Organe de coupure	Dispositif interrompant l'alimentation en gaz.
Vanne de coupure	Organe d'isolement du réseau.
Compteur gaz	Appareil de mesure de la consommation.
Détendeur	Réduit et régule la pression du gaz.
Coude	Changement de direction des conduites.
Té	Dérivation du réseau.
Bride	Raccordement démontable.
Manchon	Assemblage de deux conduites.
Réduction	Adaptation entre diamètres différents.
Brasage tendre	Assemblage basse température du cuivre.
Brasage fort	Assemblage haute température du cuivre.

Soudage à l'arc électrique	Assemblage des conduites acier.
Soudage oxyacétylénique	Assemblage par flamme oxygène-acétylène.
Polyfusion	Assemblage des conduites PEHD par chauffage.
Soudage bout à bout	Fusion des extrémités des tubes PEHD.

Table des matières

Introduction Générale:	1
Chapitre I Généralités sur le gaz naturel et chaîne gazière	3
Partie 1 : Généralités sur le gaz naturel	3
1.1 Introduction	3
1.2 Brève histoire du gaz naturel dans le monde et en Algérie	3
1.3 Modes de transport du gaz naturel	4
1.3.1 Par méthaniers	4
1.3.2 Par gazoducs	5
1.4 Définition du gaz naturel	5
1.4.1 Types de gaz naturel	5
1.4.2 Composition chimique du gaz naturel	6
1.4.3 Propriétés physiques du gaz naturel	6
1.5 Limites d'inflammabilité	7
1.6 Pressions de distribution du gaz	7
1.6.1 Réseau Basse Pression (BP)	7
1.6.2 Réseau Moyenne Pression	7
1.6.3 Réseau Haute Pression (HP)	7
Partie 2 : Chaîne gazière et réseaux d'exploitation gaz	9
2.1 Introduction	9
2.2 Chaîne du gaz naturel en Algérie	9
2.3 Production	10
2.4 Transport	11
2.4.1 Réseau transport gaz	11
2.4.2 Poste DP (Distribution publique)	12
2.4.3 Postes industriels	13

2.5 Distribution	13
2.5.1 Réseau distribution gaz	14
2.5.2 Poste client (poste de détente)	15
Partie 3 : Installation intérieure gaz	17
3.1 Introduction	17
3.2. Constitution d'une installation intérieure gaz	17
3.2.1 Conduites de distribution	18
3.2.2 Organes de coupure	18
3.3 Matériaux utilisés dans les installations intérieures	20
3.3.1 Procédés d'assemblage de réseau gaz en Acier	21
3.3.2 Procédés d'assemblage de réseau gaz en Cuivre	22
3.3.3 Procédés d'assemblage de polyéthylène haute densité (PEHD)	24
3.4 Dispositions générales de sécurité	27
3.5 Conclusion	28
Chapitre II Corrosion et Protection des Ouvrages Gaz	30
Partie 1 : CORROSION	29
1.1 Introduction	29
1.2 Définition de la corrosion	29
1.3 Principe électrochimique de la corrosion	30
1.4 Causes de la corrosion	30
1.4.1 Facteurs environnementaux	31
1.4.2 Facteurs liés au matériau	31
1.4.3 Facteurs liés à l'exploitation	31
1.5 Types de corrosion	31
1.5.1 Caractérisation suivant l'aspect	32
1.5.2 Caractérisation suivant le mode d'action du milieu	34

1.5.3 Caractérisation suivant les phénomènes physiques	36
1.6 Effets de la corrosion sur les réseaux gaz	37
1.7 Corrosion des réseaux enterrés	37
1.7.1 Corrosion électrochimique	37
1.7.2 Couples galvaniques	37
1.7.3 Effet Evans – Aération différentielle	38
1.7.4 Piles géologiques	39
1.7.5 Loi de Faraday et équation de Nernst	40
1.7.6 Corrosion due aux influences électriques	40
Partie 2 : PROTECTION DES OUVRAGES GAZ	43
2.1 Protection des ouvrages	43
2.2 Protection passive	43
2.2.1 Revêtements	43
2.2.2 Raccords isolants	47
2.3 Protection active	48
2.3.1 Protection cathodique	48
2.3.2 Protection par anode sacrificielle (anode soluble)	50
2.3.3 Protection par poste de soutirage (courant imposé)	51
2.3.4 Mesures du potentiel	52
2.4 Impact économique de la corrosion	52
2.5 Conclusion	53
Chapitre III Étude technique de l'installation intérieure gaz CHU Tlemcen	54
Partie 1 : PRÉSENTATION ET DIAGNOSTIC DE L'INSTALLATION EXISTANTE	
.....	54
1.1 Présentation du site – CHU de Tlemcen	54
1.2 Présentation de l'installation intérieure gaz existante	54

1.3 Historique de l'installation	56
1.4 Diagnostic de l'état actuel de l'installation	57
1.5 Analyse de la corrosion observée	57
1.5.1 Corrosion uniforme	57
1.5.2 Corrosion localisée (par piqûres)	57
1.5.3 Corrosion sous revêtement	57
1.6 Causes principales de dégradation du réseau	57
1.6.1 Vieillesse des installations	57
1.6.2 Insuffisance de protection anticorrosion	57
1.6.3 Environnement agressif	57
1.6.4 Maintenance inadéquate	57
1.7 Incidents enregistrés sur le réseau	58
1.8 Risques liés au maintien de l'installation actuelle	58
1.8.1 Risques humains	58
1.8.2 Risques matériels	58
1.8.3 Risques d'exploitation	58
1.9 Justification de la réhabilitation	58
1.10 Résultats attendus après réhabilitation	58
Partie 2 : ÉTUDE TECHNIQUE DE LA RÉHABILITATION	59
2.1 Objectifs de la réhabilitation de l'installation intérieure gaz	59
2.2 Choix de la solution technique	59
2.3 Choix des matériaux de remplacement	60
2.4 Etude des réseaux de gaz	60
2.5 Structure d'un réseau	60
2.6 Programme de calcul des réseaux de gaz APHYRE	61
2.7 Données du problème	62

2.7.1. Paramètres descriptifs du réseau	62
2.7.2 Définition du système d'alimentation	62
2.7.3. Consommations	63
2.8 Formulation du problème	63
Partie 3 : Présentation de l'étude – Installation intérieure CHU Tlemcen	65
1.1 Étape 1 : Relevé des sorties de canalisations	66
1.2 Étape 2 : Détermination des débits et besoins énergétiques	67
1.3 Étape 3 : Tracé des itinéraires et plan squelette	68
1.4 Étape 4 :	70
a. Conditions limites de perte de charge admissible d'exploitations	70
b. Calcul de la pression au niveau de chaque point de sortie des tronçons de l'installation	70
1.5 Étape 5 : Consommation de chaque tronçon	72
1.6 Étape 6 :	72
1. Calcul des diamètres théorique	72
2. Déterminations des diamètres intérieurs :	74
1.7 Étape 7 : Vérification des pressions réelles avec les diamètres intérieurs normalisés ..	74
1.8 Étape 8 : Étude financière	75
1.9 Conclusion	76
Chapitre IV Réhabilitation et mise en service de l'installation intérieure gaz du CHU de Tlemcen	78
1 Introduction	78
2 Rôles et responsabilités des intervenants	78
2.1 Maître d'ouvrage	78
2.2 Maître d'œuvre	78
2.3 Entreprise de réalisation	78
3 Tracé du nouveau réseau proposé	78

4 Profondeur de pose	79
5 Largeur de la fouille :	79
6 Étapes de réalisation du réseau	79
6.1 Étape 1 – Implantation et piquetage	79
6.2 Étape 2 – Travaux de terrassement	81
6.3 Étape 3 – Préparation du lit de pose	82
6.4 Étape 4 – Pose des canalisations	82
6.5 Étape 5 – Assemblage et soudage	83
6.6 Étape 6 – Réalisation des branchements	84
6.7 Étape 7 – Enrobage et remblaiement	84
7 Contrôles et essais	85
7.1 Contrôle des soudures :	87
7.2 Essai de résistance (pression au choc) :	87
7.3 Essai d'étanchéité :	88
8 Modèle de PV d'essais	88
9 Purge et mise en service	89
10 Dossier technique et archivage	90
10.1 Documents constitutifs	90
10.2 Traçabilité	90
11 Mise en service du réseau	91
12 Documents officiels de transfert de responsabilité	91
13 Conclusion	91
CONCLUSION GÉNÉRALE	92

Introduction Générale:

Le gaz naturel occupe aujourd'hui une place prépondérante parmi les sources d'énergie les plus utilisées dans le monde, en raison de ses avantages économiques, énergétiques et environnementaux. Il est largement exploité dans divers secteurs tels que le domaine domestique, industriel, tertiaire ainsi que dans les infrastructures hospitalières, où il assure l'alimentation de nombreux équipements thermiques indispensables au bon fonctionnement des établissements.

En Algérie, la disponibilité abondante de cette ressource énergétique a favorisé son intégration massive dans les réseaux de distribution publique et dans les installations intérieures des bâtiments administratifs, industriels et hospitaliers. Toutefois, la sécurité et la performance de ces installations demeurent fortement conditionnées par la qualité de leur conception, de leur mise en œuvre et de leur maintenance.

Avec le temps, les réseaux de distribution de gaz sont soumis à plusieurs facteurs de dégradation, notamment le vieillissement naturel des matériaux, les agressions mécaniques, les défauts d'entretien ainsi que les phénomènes de corrosion, qui constituent l'une des principales causes de détérioration des conduites métalliques. Cette corrosion peut engendrer des pertes d'étanchéité, des fuites de gaz, des risques d'incendie, voire des explosions mettant en danger les personnes et les infrastructures.

Dans les établissements hospitaliers, où la continuité de service et la sécurité sont des exigences absolues, la défaillance d'une installation intérieure gaz peut avoir des conséquences particulièrement critiques sur le fonctionnement global de l'établissement. Ainsi, la surveillance, l'entretien et la réhabilitation périodique de ces installations deviennent des opérations indispensables pour garantir leur conformité et leur bon état de fonctionnement.

Le Centre Hospitalo-Universitaire de Tlemcen, en tant qu'établissement de santé majeur de la région ouest du pays, dispose d'un réseau intérieur gaz ancien alimentant différents équipements essentiels au fonctionnement de la structure hospitalière. Cependant, l'état de vétusté avancé observé sur certaines portions de ce réseau, marqué notamment par l'apparition de phénomènes de corrosion, de dégradations structurelles et de fuites répétitives, nécessite une intervention technique de réhabilitation afin de restaurer la sécurité et la fiabilité de l'installation.

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un stage pratique d'une durée de trois (03) mois, s'étalant du 04 février 2026 au 30 avril 2026, effectué au sein de Sonelgaz Distribution – Imama Tlemcen, en collaboration avec le Centre Hospitalo-Universitaire de Tlemcen, et dans le cadre de la formation à la Faculté de Technologie de l'Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen, au sein du département de Génie Mécanique. Ce stage a permis de confronter les connaissances théoriques acquises durant la formation aux réalités du terrain, notamment dans le domaine des installations gazières

Dans ce contexte, le présent travail s'inscrit dans le cadre d'une étude technique de réhabilitation de l'installation intérieure gaz du CHU de Tlemcen. L'objectif principal de ce mémoire est d'analyser l'état actuel du réseau existant, d'identifier les causes de dégradation observées, de proposer une solution technique adaptée de réhabilitation et d'évaluer la faisabilité technico-économique du projet.

Pour atteindre ces objectifs, le présent mémoire est structuré en quatre chapitres. Après cette introduction générale, le premier chapitre présente les généralités sur le gaz naturel ainsi que les différents réseaux de distribution et leurs caractéristiques.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des phénomènes de corrosion affectant les ouvrages métalliques et aux différentes méthodes de protection utilisées pour limiter leurs effets.

Le troisième chapitre porte sur la présentation du cas d'étude, le diagnostic de l'installation intérieure gaz du Centre Hospitalo-Universitaire de Tlemcen ainsi que l'élaboration de la solution technique de réhabilitation proposée.

Le quatrième chapitre présente la réalisation pratique des travaux de réhabilitation, les différentes étapes d'exécution du projet, les essais de contrôle réalisés et la mise en service du nouveau réseau.

Enfin, une conclusion générale vient synthétiser les principaux résultats obtenus, les enseignements tirés de cette étude ainsi que les perspectives envisagées.

Chapitre I

Généralités sur le gaz naturel et chaîne gazière

Partie 1 : Généralités sur le gaz naturel

1.1 Introduction

Le gaz naturel représente actuellement l'une des sources énergétiques les plus exploitées à l'échelle mondiale en raison de ses nombreux avantages économiques, énergétiques et environnementaux. Son utilisation s'est largement développée dans plusieurs secteurs, notamment dans le domaine domestique, industriel, tertiaire ainsi que dans les établissements publics.

En Algérie, le gaz naturel constitue une ressource stratégique majeure, assurant une part importante de l'alimentation énergétique nationale grâce à l'existence des réserves naturelles. Cependant, l'exploitation et la distribution de cette énergie nécessitent la mise en œuvre des infrastructures conformes aux exigences réglementaires et techniques afin de garantir la sécurité des personnes et des biens, la fiabilité des installations et la continuité de service.

Le gaz naturel distribué sur le territoire national algérien provient principalement des gisements souterrains situés à des profondeurs pouvant atteindre environ 2 000 mètres, sous des pressions élevées comprises généralement entre 175 et 300 bars, de Hassi R'mel et Adrar, dont la composition chimique varie légèrement selon le champ d'exploitation.

Le présent chapitre vise à présenter les généralités relatives au gaz naturel, ses propriétés physico-chimiques, les caractéristiques de combustion ainsi que les différents réseaux de distribution, avec un accent particulier sur les installations intérieures gaz. [1]

1.2 Brève histoire du gaz naturel dans le monde et en Algérie

Le gaz naturel est connu depuis le 17^e siècle. En 1626, des explorateurs ont observé que les populations locales utilisaient des émanations de gaz naturel près du lac Érié. En 1821, William Hart a réalisé le premier puits destiné à l'exploitation du gaz dans l'État de New York, marquant le début de l'industrie gazière moderne avec la création de la première société de distribution.

En Algérie, le développement du gaz naturel débute dans les années 1950. En 1953, une société d'exploration est mise en place dans le Sahara. En 1954, un premier gisement est découvert près de Ain Salah. En 1956, la découverte du gisement de Hassi Messaoud au Sud-Est du pays marque une étape importante dans le développement du secteur énergétique national.

Par la suite, une première phase d'exploitation commerciale a été mise en place grâce au raccordement de certains puits à un centre de traitement. Dès 1961, le gaz était acheminé vers Arzew via un gazoduc alimentant notamment les installations industrielles. [2]

À partir des années 1980, l'Algérie s'est affirmée comme un acteur majeur sur le marché international du gaz naturel. Le développement d'unités de liquéfaction a permis d'exporter le gaz sous forme de GNL à destination de marchés lointains comme l'Europe et les États-Unis.

Sur le plan national, le réseau de distribution a évolué progressivement depuis l'indépendance. En 1962, seules 13 localités étaient alimentées en gaz de ville. En 1990, le réseau alimentait environ 150 localités avec plus de 800 000 abonnés. À partir de 2005, un effort important a été engagé pour étendre le réseau de distribution. En 2014, le réseau géré par Sonelgaz atteignait plus de 100 000 km de canalisations, avec plusieurs millions de branchements. [3]

1.3 Modes de transport du gaz naturel

1.3.1 Par méthaniers

Cette technique repose sur le transport du gaz naturel sous forme liquéfiée (GNL) à bord de navires spécialisés. Une partie du gaz évaporé est utilisée comme carburant pour le navire. Bien que moins répandue, cette solution connaît un développement progressif, car elle permet de relier efficacement des zones de production éloignées des zones de consommation, notamment lorsque la construction de gazoducs n'est pas envisageable. Ce procédé nécessite des investissements importants en raison des installations de liquéfaction et des moyens de transport spécifiques requis.

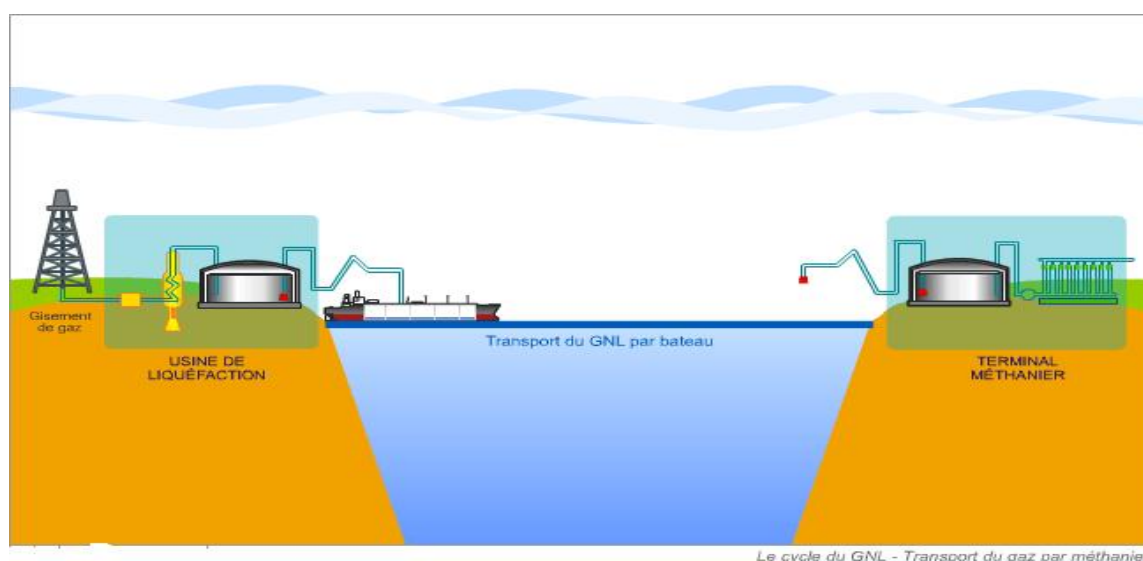


Figure I.1 : Transport du gaz par méthanier (bateau)

1.3.2 Par gazoducs

Il s'agit de la méthode la plus utilisée. En parallèle, des gazoducs internationaux ont été réalisés pour relier directement l'Algérie à l'Europe, notamment à travers des liaisons transméditerranéennes. Le gaz est acheminé à travers des grandes conduites, sous pression élevée. Des stations de compression sont installées à intervalles réguliers (environ 120 à 150 km). La différence de pression permet ainsi au gaz de circuler dans les canalisations avec une vitesse moyenne comprise entre 15 et 20 km/h. [3]



Figure I.2 : Transport du gaz par réseau Canalisations (gazoducs)

1.4 Définition du gaz naturel

Le gaz naturel est un hydrocarbure fossile extrait de gisements souterrains naturels. Il est constitué principalement de méthane (CH_4), accompagné de faibles proportions d'autres gaz tels que l'éthane, le propane, le butane, ainsi que de certains gaz inertes comme l'azote et le dioxyde de carbone.

Grâce à son fort pouvoir calorifique et à sa combustion propre, le gaz naturel est largement utilisé comme combustible dans les installations thermiques et industrielles. [4]

1.4.1 Types de gaz naturel

Le gaz naturel est constitué principalement de plusieurs hydrocarbures légers, dont les plus importants sont :

- **Méthane (CH_4)** : composant principal du gaz naturel, hautement inflammable, largement utilisé pour la génération d'électricité et les usages domestiques (cuisson et chauffage).

- **Éthane (C_2H_6)** : deuxième constituant en importance, hydrocarbure saturé obtenu lors du traitement du gaz naturel ou du raffinage.
- **Propane (C_3H_8)** : alcane utilisé sous forme gazeuse ou liquéfiée pour diverses applications énergétiques (chauffage, alimentation en gaz domestique).
- **Butane (C_4H_{10})** : présent en petite quantité, utilisé comme combustible domestique (briquets, cuisson) et dans certaines applications de réfrigération.

1.4.2 Composition chimique du gaz naturel

La composition moyenne du gaz naturel distribué en Algérie peut être représentée dans le tableau suivant [3] :

Tableau I.1 : Composition moyenne du gaz naturel distribué en Algérie

Constituants	Formule chimique	Teneur moyenne (%)
Méthane	CH_4	85,10
Éthane	C_2H_6	5,90
Propane	C_3H_8	1,92
Butane	C_4H_{10}	0,57
Azote	N_2	6,15
Dioxyde de carbone	CO_2	0,19

1.4.3 Propriétés physiques du gaz naturel

Le gaz naturel possède plusieurs propriétés qui influencent directement son exploitation et sa manipulation :

- Il est **incolore** à l'état naturel.
- Il est **inodore**, mais odorisé artificiellement pour faciliter la détection des fuites.
- Il est **plus léger que l'air**, ce qui favorise sa dispersion en cas de fuite.
- Il est **hautement inflammable** lorsqu'il est mélangé à l'air dans certaines proportions.
- Il présente un **excellent rendement énergétique**.

Ces caractéristiques imposent des mesures strictes de sécurité lors de sa distribution et de son utilisation.[5]

1.5 Limites d'inflammabilité

Les limites d'inflammabilité représentent les concentrations minimale et maximale de gaz dans l'air permettant l'apparition d'une combustion. Le mélange gaz/air devient inflammable uniquement lorsque la concentration de gaz se situe dans cette plage.

Tableau I.2 : Limites d'inflammabilité du gaz naturel

Type de gaz	L.I. Inférieure (%)	L.I. Supérieure (%)
Gaz naturel	5,3	13,5

1.6 Pressions de distribution du gaz

Les réseaux de distribution du gaz sont classés selon la pression de service appliquée :

1.6.1 Réseau Basse Pression (BP)

Le réseau basse pression fonctionne à une pression comprise entre 0 mbar et 50 mbar. La pression utilisée dans les alimentations domestiques est de 21 mbar.

1.6.2 Réseau Moyenne Pression

a. Réseau Moyenne Pression type A (MPA)

Ce réseau fonctionne à une pression comprise entre 0,050 bar et 0,4 bar.

b. Réseau Moyenne Pression type B (MPB)

Ce réseau fonctionne à une pression comprise entre 0,4 bar et 4 bars. Il alimente les installations tertiaires et industrielles. En Algérie, la pression de distribution exploitée est de 4 bars.

c. Réseau Moyenne Pression type C (MPC)

Le réseau MPC fonctionne à une pression comprise entre 4 bars et 16 bars.

1.6.3 Réseau Haute Pression (HP)

Le réseau HP fonctionne à une pression comprise entre 16 bars et 70 bars. En Algérie, le réseau haute pression est utilisé pour le transport du gaz.

Tableau I.3 : Classification des réseaux de distribution par pression [6]

Type de réseau	Pression	Usage principal
Basse Pression (BP)	0 – 0,050 bar	Usage domestique
Moyenne Pression A (MPA)	0,050 – 0,4 bar	Usage résidentiel / tertiaire
Moyenne Pression B (MPB)	0,4 – 4 bars	Installations industrielles / réseau de distribution
Moyenne Pression C (MPC)	4 – 16 bars	Alimentation des postes de détente
Haute Pression (HP)	16 – 70 bars	Transport du gaz en Algérie

Partie 2 : Chaîne gazière et réseaux d'exploitation gaz

2.1 Introduction

La chaîne gazière du gaz naturel s'organise autour de trois étapes principales : la production, le transport et la distribution.

Afin d'assurer une gestion efficace de cette chaîne, le secteur énergétique en Algérie est structuré autour de plusieurs entreprises publiques spécialisées, mises en place sous la tutelle du Ministère de l'Énergie. Ces sociétés interviennent chacune dans un domaine précis, permettant ainsi d'optimiser l'ensemble du processus, depuis l'extraction du gaz jusqu'à son acheminement vers le consommateur final.

2.2 Chaîne du gaz naturel en Algérie

Le gaz naturel en Algérie suit une chaîne technique progressive de pressions, depuis son extraction jusqu'à la consommation finale, avec des réductions successives afin d'assurer la sécurité et l'efficacité du réseau [7].

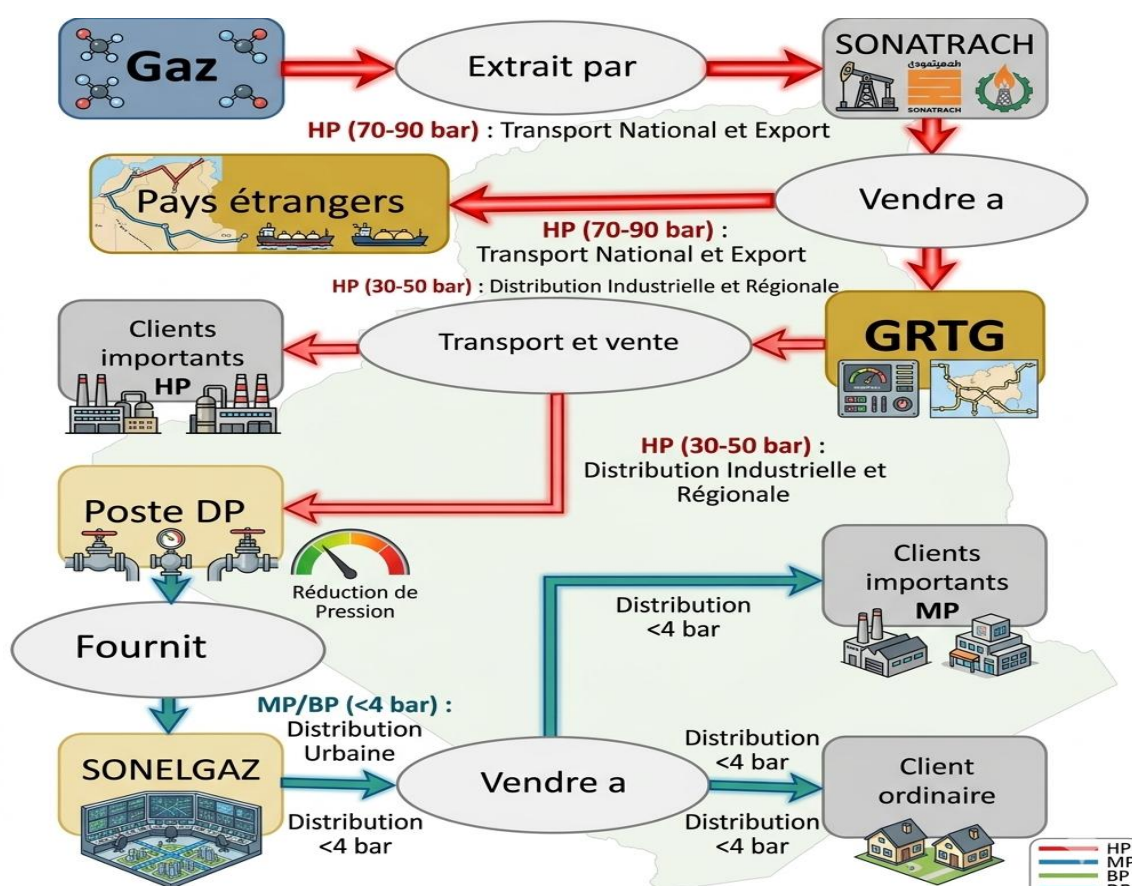


Figure I.3 : Chaîne de valeur du gaz en Algérie- Niveaux de pression

Tableau I.4 : Niveaux de valeur de pression du gaz en Algérie

Étape	Pression	Acteur / Description
Gisements souterrains	150 – 300 bars	Profondeur 1 500 – 2 500 m, T° 50–120 °C
Transport haute pression	40 – 70 bars	SONATRACH / GRTG — gazoducs principaux
Grands industriels	> 16 bars	Centrales électriques, cimenteries, dessalement
Postes de détente (DP)	70 → 4 bars	Réduction progressive, protection des réseaux aval
Distribution urbaine	2 – 4 bars	SONELGAZ Distribution — zones urbaines et établissements
Consommateur domestique	21 mbar	Détendeur local — usage résidentiel

2.3 Production

La production est assurée par **SONATRACH**, qui procède également à une première réduction de la pression afin de permettre son transport dans de bonnes conditions. [8]

SONATRACH (Société nationale de transport et commercialisation des hydrocarbures) — compagnie nationale algérienne des hydrocarbures, créée en 1963. Ses activités couvrent l'exploration, la production, le transport par canalisation, le raffinage et la commercialisation des hydrocarbures. Elle joue un rôle essentiel dans l'économie nationale en assurant une grande partie des revenus du pays et en contribuant au développement du secteur énergétique. [8]

Tableau I.5 Structure organisationnelle de SONATRACH

Branche / Division	Rôle
Branche Amont	Exploration et production des hydrocarbures
Branche TRC	Transport du gaz à travers les gazoducs
Branche Aval	Traitement et distribution du gaz
Branche Commerciale	Commercialisation et gestion des contrats

Branche / Division	Rôle
Division Exploitation	Fonctionnement et surveillance du réseau
Division Études et Développement	Études techniques et réalisation de projets
Division Maintenance	Entretien et réparation des installations
HSE	Hygiène, Sécurité, Environnement — protection du personnel
PC (Poste de Contrôle)	Surveillance du réseau (pression, débit, température...)

2.4 Transport

GRTG (Société algérienne de gestion du transport gaz) — filiale du groupe SONELGAZ, créée en 2005, chargée de l'exploitation et de la maintenance du réseau national de transport de gaz naturel. Elle assure l'acheminement du gaz à travers les gazoducs en garantissant la sécurité, la continuité de service et la fiabilité de l'alimentation énergétique à l'échelle nationale. [7]

À l'approche des zones urbaines, la pression du gaz est progressivement abaissée au niveau des postes DP (distribution publique) jusqu'à environ 4 bars, afin de garantir une distribution sécurisée. Le GRTG est responsable de la gestion et de la maintenance du réseau, des postes DP et des postes clients industriels.

Deux principales catégories de clients sont alimentées : d'une part, SONELGAZ Distribution, qui assure l'approvisionnement des consommateurs domestiques, industriels, tertiaires et des établissements publics ; d'autre part, les grands consommateurs industriels à haute pression (cimenteries, briqueteries, grands industriels) qui nécessitent des conditions d'alimentation spécifiques.

2.4.1 Réseau transport gaz

Un réseau gazier correspond à un ensemble de canalisations (gazoducs) permettant d'acheminer le gaz naturel depuis les zones de production jusqu'aux postes DP et centres de distribution chargés d'assurer la fourniture du gaz aux utilisateurs finaux (figure I.4). [3]

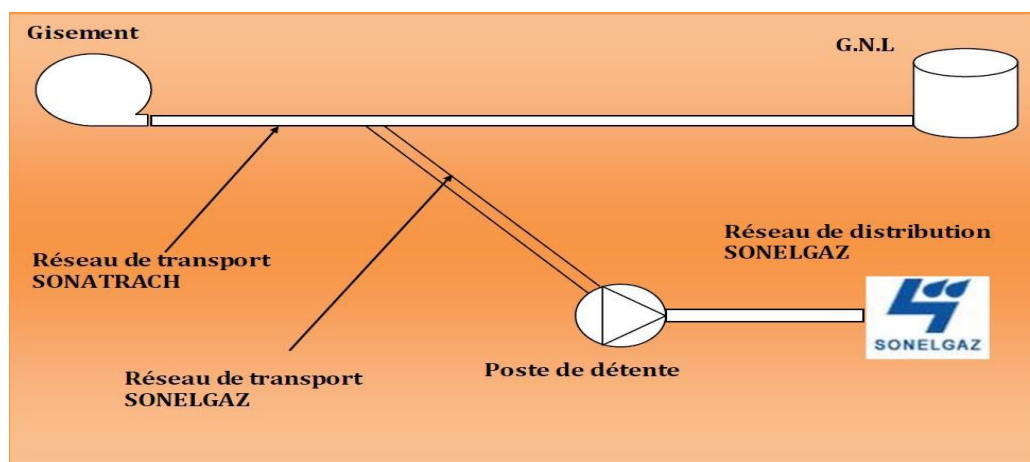


Figure I.4 : Schéma des réseaux transport en Algérie

Après les étapes de production et de traitement, le gaz naturel est introduit dans des conduites en acier de grand diamètre pouvant atteindre environ 1,4 m. Il y circule sous haute pression, généralement autour de 70 bars, avec une vitesse pouvant atteindre 30 km/h (figure I.5). Pour garantir un écoulement régulier sur de longues distances, des stations de compression sont installées en moyenne tous les 150 km afin de compenser les pertes de charge et de rétablir la pression initiale



Figure I.5 : Canalisations (gazoducs) pour réseau transport gaz

2.4.2 Poste DP (Distribution publique)

Le poste de détente destiné à la distribution publique est un équipement qui permet de réduire la pression du gaz de 70 à 4 bars, afin de l'adapter aux besoins des différents utilisateurs (domestiques, tertiaires ou petits industriels). Il assure la protection des réseaux en aval et la stabilisation du flux.

Le choix du poste de détente dépend de plusieurs facteurs : nature du gaz, pressions amont/aval, type de client, débit demandé, niveau de sécurité et emplacement. [6]

2.4.3 Postes industriels

Le poste industriel est un poste de livraison destiné aux clients industriels. Il assure l'alimentation en gaz à une pression adaptée aux besoins spécifiques de l'installation, pouvant varier d'environ 1 bar pour des chaufferies simples jusqu'à 20 bars, voire davantage, pour des turbines à gaz.

Le débit requis est défini par le client en fonction de son activité, avec possibilité d'évolution dans le temps. Ces installations peuvent être soumises à des variations rapides et importantes du débit. La configuration du poste (simple ligne ou double ligne) dépend des exigences du client. [6]

Tableau I.6 : Types de postes de détente

Type de poste	Pression de sortie	Destination
Poste DP	4 bars	Consommateurs domestiques, tertiaires, petits industriels
Poste industriel	1 à 20+ bars	Grands clients industriels (turbines, cimenteries...)

2.5 Distribution

SONELGAZ DISTRIBUTION — Société Nationale de distribution de l'Électricité et du Gaz — garantit une fourniture d'énergie continue et sécurisée à travers tout le pays, développe les infrastructures énergétiques et améliore la qualité des services destinés aux consommateurs particuliers et professionnels. [9]

Après la détente du gaz à 4 bars au niveau du poste DP, SONELGAZ Distribution se charge de la distribution à travers un réseau urbain ramifié, permettant d'alimenter l'ensemble des abonnés domestiques et clients industriels.

Deux principales catégories d'abonnés sont alimentées : d'une part, les consommateurs domestiques, tertiaires et petits établissements publics via un ensemble détendeur plus compteur gaz ; d'autre part, les petits consommateurs industriels et établissements publics à moyenne pression qui nécessitent des postes clients.

2.5.1 Réseau distribution gaz

Les réseaux de distribution assurent l'acheminement du gaz vers les utilisateurs finaux (domestiques, commerciaux ou industriels). Ils utilisent des conduites de plus petit diamètre (entre 22 et 350 mm), fabriquées en acier, en polyéthylène ou en cuivre. La pression de fonctionnement est généralement de l'ordre de 4 bars, puis réduite progressivement jusqu'à 21 mbar au niveau du consommateur domestique.

Dans le domaine de la distribution du gaz naturel, on distingue généralement trois configurations principales de réseaux :

Réseau de distribution maillé

Ce type de réseau est formé par plusieurs boucles interconnectées. Les points de jonction entre les conduites sont appelés nœuds. Grâce à cette structure, le gaz peut circuler dans différentes directions en fonction des besoins de consommation, garantissant une meilleure continuité de service.

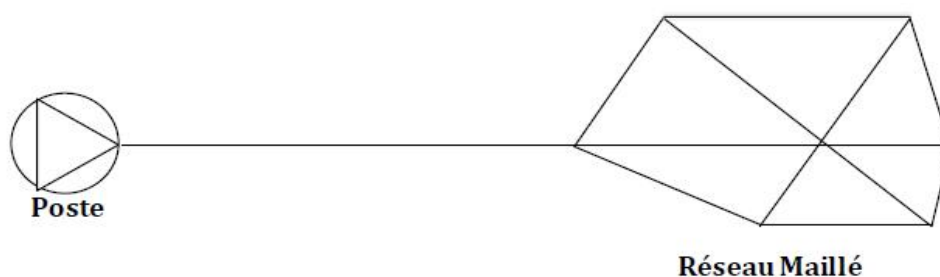


Figure I.6 : Schéma d'un réseau de distribution Maillé

Réseau de distribution ramifié

Les conduites partent d'une source principale et se divisent en plusieurs branches, à la manière d'un arbre. Le gaz y circule dans un seul sens, depuis le point d'alimentation vers les consommateurs, sans possibilité de retour.

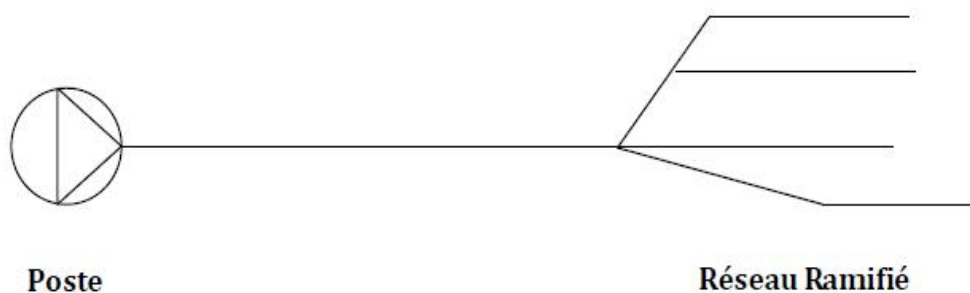


Figure I.7 : Schéma d'un réseau de distribution Ramifié

Réseau de distribution mixte

Ce réseau combine les deux configurations précédentes : principalement maillé mais comportant certaines parties ramifiées. Cette combinaison permet d'améliorer la répartition des pressions et d'optimiser le fonctionnement global du réseau. [3]

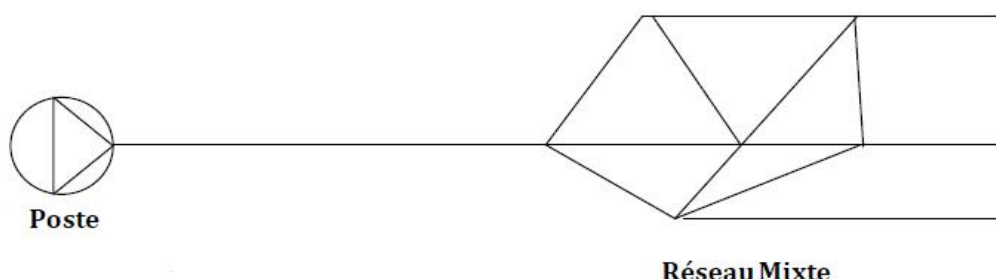


Figure I.8 : Schéma d'un réseau de distribution Mixte

2.5.2 Poste client (poste de détente)

On appelle poste de détente l'ensemble des tuyauteries, pièces de raccords, robinets et vannes ; des appareils (filtre, vannes de sécurité ou clapets de sécurité, détendeur-régulateur) constituant un circuit ayant pour fonction essentielle de détendre le gaz d'une pression amont à une pression aval ; un compteur (intégré ou séparé) ; et des équipements avec accessoires.

Les postes de détente sont destinés à l'alimentation de réseaux de distribution publique ou de clients particuliers. Ils ont pour fonction de livrer le gaz dans les conditions de débits et de pressions correspondant à la nature du réseau ou du client alimenté. [6]

Tableau I.7 : Types de postes de détente et de comptage

Type de poste	Description
Poste simple ligne	Équipé d'une seule ligne de détente, fonctionnant par variations rapides de débit (tout ou rien). Destiné aux clients dont la continuité d'alimentation n'est pas exigée.
Poste double ligne	Équipé de deux lignes de détente. Destiné aux clients importants dont l'alimentation ne peut être interrompue. Particulièrement adapté pour les clients ayant des fours de fusion ou de cuisson.

Les débits nominaux Poste client sont normalisés aux valeurs suivantes : 65 ; 100 ; 160 ; 250 ; 500 ; 1 000 ; 1600 et 2 500 Nm^3/h .

Les débits nominaux Poste DP sont normalisés aux valeurs suivantes : 2 500 ; 5 000 ; 10 000 ; 15 000 ; 20 000 et 30 000 **Nm³/h.**

Partie 3 : Installation intérieure gaz

3.1 Introduction

Selon la réglementation en vigueur (annexe 01), l'installation intérieure de gaz correspond à l'ensemble des ouvrages, équipements et canalisations assurant la distribution du gaz à l'intérieur d'un site, à partir d'un détendeur ou un poste de détente jusqu'aux appareils d'utilisation. Elle constitue la partie terminale du réseau de distribution, fonctionnant généralement à basse pression.

Sa conception et sa mise en œuvre doivent respecter des exigences techniques et réglementaires strictes afin de garantir la sécurité des personnes et des biens, ainsi que la continuité de l'alimentation en gaz.

3.2. Constitution d'une installation intérieure gaz

Une installation intérieure de gaz est constituée d'un ensemble d'éléments techniques assurant l'acheminement, la distribution et l'utilisation du gaz à l'intérieur d'un bâtiment, tout en garantissant des conditions optimales de sécurité et de fonctionnement.

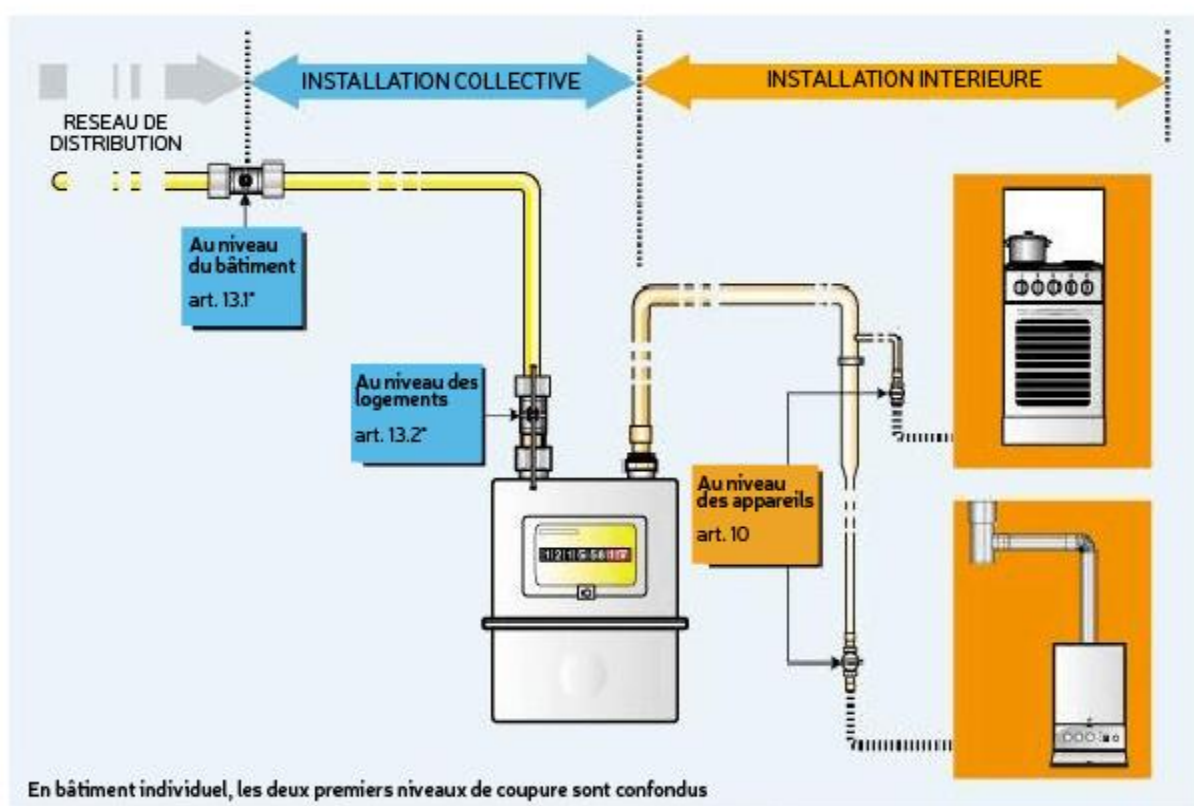


Figure I.9 : Trois niveaux de coupure d'une installation de gaz

3.2.1 Conduites de distribution

Les conduites assurent le transport du gaz depuis le point d'alimentation jusqu'aux appareils d'utilisation (chauffage, cuisson, production d'eau chaude). Elles sont réalisées en acier, cuivre ou polyéthylène (enterré). Elles doivent présenter une parfaite étanchéité, résister aux contraintes mécaniques (pression, chocs, vibrations), supporter les variations de température et résister à la corrosion et aux contraintes.

3.2.2 Organes de coupure

Les organes de coupure permettent d'interrompre l'alimentation en gaz manuellement ou automatiquement en cas d'anomalie. Ils sont installés à l'entrée de chaque bâtiment, au niveau de chaque dérivation (piquage) et à proximité immédiate de chaque appareil utilisateur. [6]

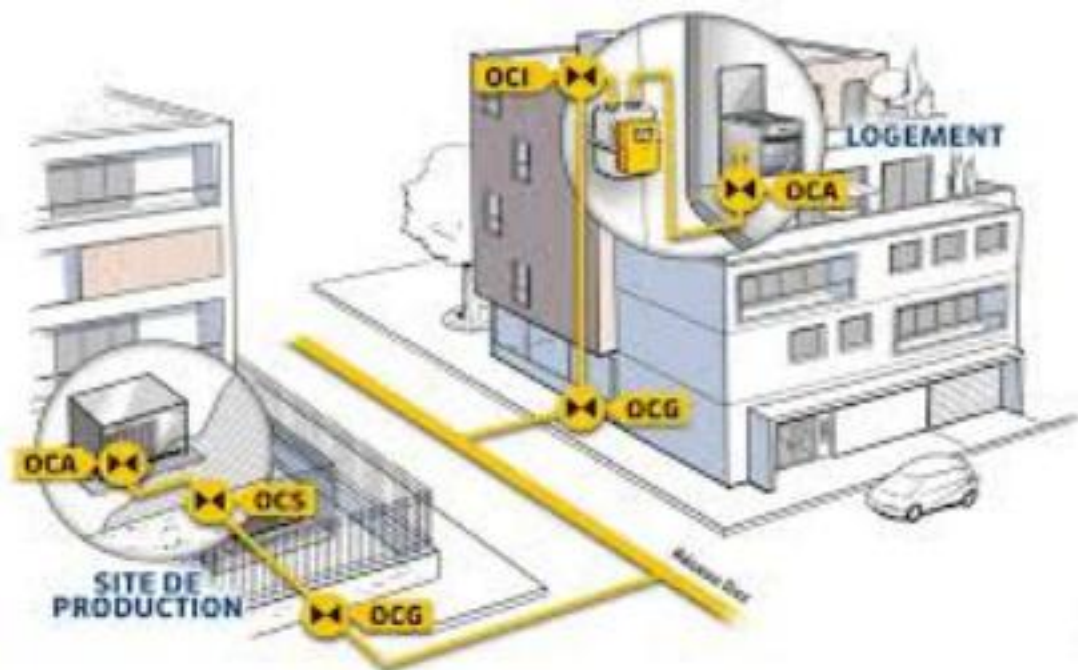


Figure I.10 : Schéma des organes de coupure du réseau de gaz



Figure I.11 : Vanne de sécurité gaz (organe de coupure générale OCG)



Figure I.12: Vanne de coupure gaz

a) Accessoires de raccordement

Ils assurent la liaison entre les différents éléments du réseau et permettent son adaptation aux contraintes géométriques du bâtiment :

- Coudes : pour le changement de direction des conduites.
- Tés : pour la dérivation du flux de gaz.
- Réductions : pour l'adaptation des diamètres.
- Manchons : pour l'assemblage de deux conduites.
- Brides : pour les assemblages démontables.

b) Robinetterie

La robinetterie regroupe l'ensemble des dispositifs permettant de contrôler et de réguler le débit du gaz, principalement les robinets d'arrêt qui permettent d'isoler une partie du réseau en

cas d'intervention ou de maintenance. Ces dispositifs doivent être facilement accessibles, fiables et parfaitement étanches.

c) Compteur de gaz

Le compteur permet de mesurer la quantité de gaz consommée. Il est généralement installé à l'entrée de l'installation intérieure. Son emplacement doit garantir une accessibilité facile pour la lecture et l'entretien, une protection contre les chocs et la corrosion, ainsi qu'une ventilation adéquate.

d) Détendeur (régulateur de pression)

Le détendeur a pour rôle de réduire la pression du gaz provenant du réseau de distribution afin de l'adapter aux besoins des appareils domestiques. Il assure également une pression stable, garantissant ainsi le bon fonctionnement et la sécurité de l'installation.

e) Dispositifs de sécurité

Les dispositifs de sécurité sont intégrés dans l'installation afin de prévenir les risques liés au gaz (fuites, explosions, intoxications). Ils comprennent notamment les clapets de sécurité, les systèmes de coupure automatique et les dispositifs de détection de gaz.

f) Appareils d'utilisation

Les appareils d'utilisation représentent les équipements finaux qui consomment le gaz pour produire de l'énergie thermique : chaudières, chauffe-eaux, cuisinières. Leur installation doit respecter les normes en vigueur, notamment en matière de raccordement, de ventilation et de sécurité. [6]

3.3 Matériaux utilisés dans les installations intérieures

L'étude et la mise en œuvre d'un réseau d'installation intérieure de gaz visent à garantir une alimentation fiable et sécurisée des usagers. Pour atteindre cet objectif, SONELGAZ s'appuie sur une sélection homologuée de matériaux ainsi que sur des techniques de raccordement conformes aux normes en vigueur.

Les matériaux autorisés dans la réalisation des installations intérieures gaz sont l'acier, le cuivre et le polyéthylène haute densité (PEHD) enterré.

Tableau I.8 : Tableau comparatif des matériaux pour installations intérieures gaz

Matériau	Application	Avantages	Inconvénients
Acier	Installations apparentes et enterrées	Résistance mécanique élevée, bonne tenue à la pression, résistance aux hautes températures	Sensible à la corrosion, protection anticorrosion nécessaire, coût de réalisation et maintenance élevés
Cuivre	Réseaux à faible et moyenne capacité	Facilité de mise en œuvre, propriétés mécaniques proches de l'acier, très bonne résistance à la corrosion	Coût élevé, risque de couples électrochimiques. Pose enterrée interdite en Algérie depuis 1998.
PEHD	Réseaux enterrés (matériau principal)	Excellente résistance à la corrosion, grande flexibilité, faible masse, disponibilité en grandes longueurs, coût avantageux	Utilisation en partie apparente interdite. Sensible aux UV et températures extrêmes (-10°C / $+30^{\circ}\text{C}$).

3.3.1 Procédés d'assemblage de réseau gaz en Acier

Deux différents modes d'assemblages sont utilisés [3] :

Soudage A l'arc Electric (Assemblage homogène) et Soudage oxyacétylénique

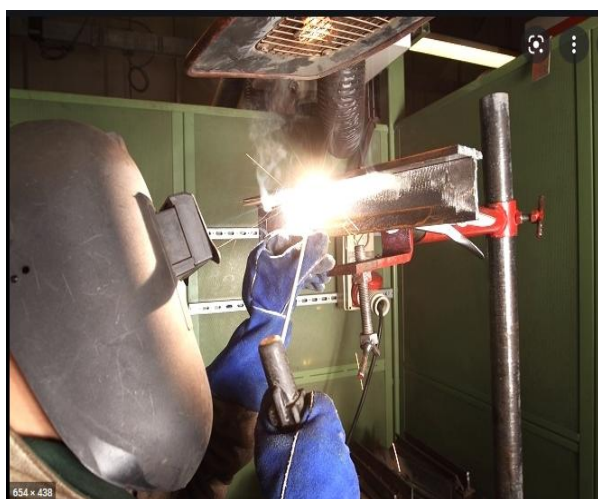


Figure I.13 : Soudage A l'arc Electric

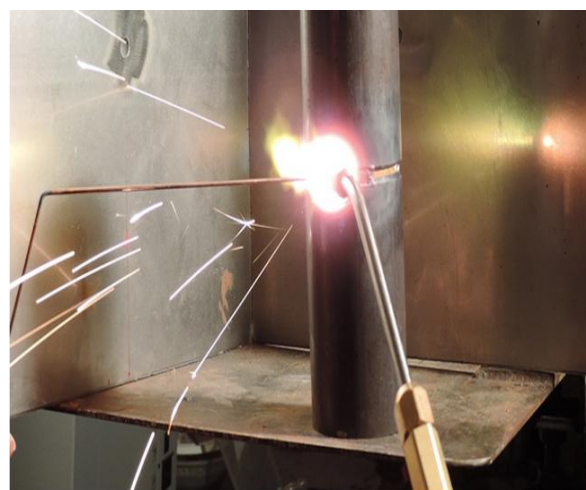


Figure I.14 : Soudage oxyacétylénique

Tableau I.9 : Correspondance des diamètres de tuyauteries Acier

Pouce	Int/Ext	Dn	mm		Pouce	Int/Ext	Dn	mm	Pouce
1/8"	5×10	6	10.2		6"	150×168	150	168.3	1/8"
1/4"	8×13	8	13.5		7"	—	175	193.7	1/4"
3/8"	12×17	10	17.2		8"	—	200	219.1	3/8"
1/2"	15×21	15	21.3		9"	—	225	244.5	1/2"
3/4"	20×27	20	26.9		10"	—	250	273	3/4"
1"	26×34	25	33.7		12"	—	300	323.9	1"
1" 1/4	33×42	32	42.4		14"	—	350	355.6	1" 1/4
1"1/2	40×49	40	48.3		16"	—	400	406.4	1"1/2
2"	50×60	50	60.3		18"	—	450	457	2"
2" 1/4	60×70	60	70		20"	—	500	506	2" 1/4
2" 1/2	66×76	65	76.1		24"	—	600	609.6	2" 1/2
3"	80×90	80	88.9		28"	—	700	711	3"
3" 1/2	90×102	90	101.6		32"	—	800	813	3" 1/2
4"	102×114	100	114.3		34"	—	900	914	4"
5"	125×139	125	139.7		40"	—	1000	1016	5"

3.2.2 Procédés d'assemblage de réseau gaz en Cuivre

Trois modes d'assemblage sont utilisés :

a. Brasage tendre



Figure I.15 : Brasage tendre d'un tube en cuivre

b. Brasage fort.

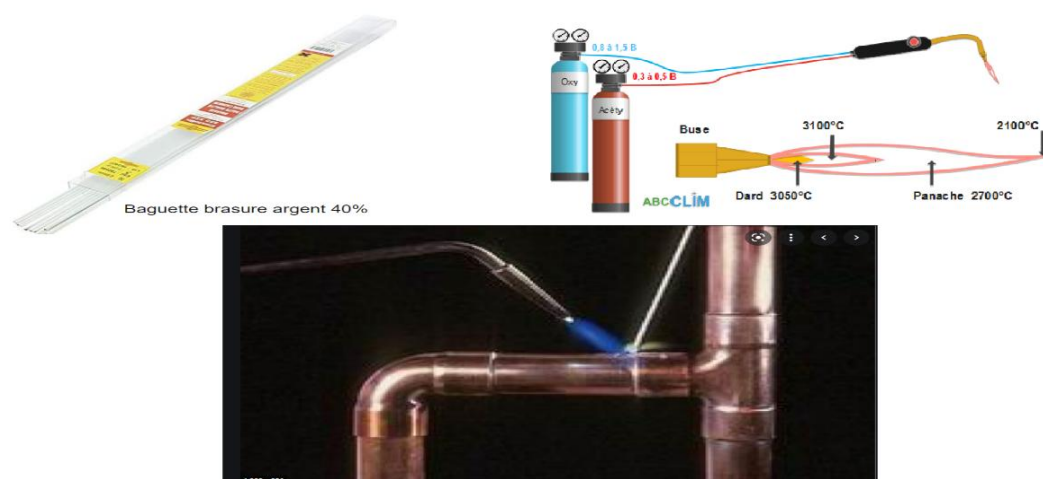


Figure I.16 : Brasage fort d'un tube en cuivre

c. Raccord fileté

Les conduites en cuivre sont généralement livrées en barres de 6 mètres, avec différents diamètres standards (14/16, 20/22, 26/28, 40/42). [3]



Figure I.17 : Tubes en cuivre

3.3.3 Procédés d'assemblage de polyéthylène haute densité (PEHD)

Le polyéthylène s'impose aujourd'hui comme le matériau de référence pour les réseaux de canalisations enterrés, grâce aux avantages techniques et économiques qu'il offre. Dans les réseaux de distribution, ce matériau présente plusieurs caractéristiques essentielles :

- Bonne résistance mécanique adaptée aux conditions d'exploitation et excellente résistance à la corrosion.
- Grande flexibilité et faible masse permettant une manipulation aisée.
- Disponibilité en grandes longueurs réduisant le nombre de raccords.
- Besoins limités en maintenance et coût global avantageux.
- Non toxique — peut être utilisé pour le transport de fluides destinés à la consommation.[10]



Figure I.18 : Tubes en **PEHD**

Remarque : L'utilisation du PE en partie apparente est strictement interdite

Les modes d'assemblage du PEHD sont cités comme suivant :

1. Polyfusion :

Principalement utilisée pour les conduites de petits diamètres. Les extrémités du tube et du raccord sont chauffées simultanément à l'aide d'un dispositif spécifique, puis emboîtées immédiatement. Le maintien en position fixe durant le refroidissement est indispensable pour garantir la qualité de la liaison.

2. Soudage bout à bout :

Destiné aux conduites de grands diamètres. Les extrémités sont alignées et maintenues dans une machine appropriée, chauffées jusqu'à fusion superficielle, puis mises en contact sous pression, assurant une jonction continue et résistante.



Figure I.19 : Soudage bout à bout des tubes en PEHD

3. Électrofusion :

Repose sur des raccords équipés d'une résistance électrique intégrée. Le passage du courant provoque un échauffement localisé et la fusion du matériau à l'interface tube/raccord. Ce procédé se distingue par sa précision et sa fiabilité, particulièrement adapté aux interventions en milieu contraint ou aux opérations de réparation.



Figure I.20 : Électrofusion des tubes en PEHD



Figure I.21 : Différents éléments utilisés dans l'électrofusion

a. Raccordement PE – métal

Des raccords spécifiques assurent une transition sécurisée entre une conduite en polyéthylène et un élément métallique, garantissant l'étanchéité et la tenue mécanique de l'ensemble.

b. Protection et traçabilité des conduites

Pour préserver l'intégrité des conduites, il est nécessaire de les protéger contre les sollicitations mécaniques et les sources de chaleur (remblai en sable, fourreaux de protection). Le PEHD étant non détectable naturellement, l'installation d'un fil traceur est recommandée pour faciliter la localisation des conduites. [1]

c. Recommandations de pose et de soudage

Conditions de soudage :

- Effectuer le soudage uniquement entre -5°C et $+35^{\circ}\text{C}$;
- En cas de froid ($< -5^{\circ}\text{C}$), réchauffer la zone de travail. En cas de chaleur, protéger les tubes contre l'échauffement ;
- Maintenir l'immobilisation totale de la zone soudée jusqu'au refroidissement complet.

Préparation des surfaces :

- Décaper la surface avec un grattoir (0,15 à 0,40 mm) ; éliminer les bavures internes et externes.

- Nettoyer avec un chiffon non pelucheux + solvant (acétone, alcool...) ; éviter eau et produits savonneux.
- Ne pas toucher après nettoyage ; vérifier le bon emboîtement tube/raccord avant soudage.

Pose et manipulation :

- Vérifier la stabilité de la tranchée avant toute pose ;
- Manipuler les tubes avec précaution (pas de choc, ni frottement ; ne pas les traîner au sol) ;
- Utiliser sable, terre meuble ou cales en bois pour le calage (pas de pierres) ;
- Boucher les extrémités en cas d'arrêt ; laisser la canalisation s'adapter à la température du sol avant remblayage.

Remarque :

Contrôle qualité et réception : après réalisation des assemblages, des contrôles d'étanchéité et de conformité des jonctions doivent être effectués avant toute mise en service. Toute installation doit faire l'objet d'un certificat de conformité, d'un procès-verbal d'essai et d'une validation technique par l'installateur agréé

3.4 Dispositions générales de sécurité

Toute installation intérieure gaz doit respecter les exigences suivantes :

- Utilisation de matériels conformes aux normes en vigueur.
- Réalisation par du personnel qualifié et agréé SONEGAS.
- Réalisation obligatoire d'essais d'étanchéité avant mise en service.
- Mise en place d'organes de coupure à chaque point d'utilisation.
- Respect des distances de sécurité réglementaires.

Concernant le passage des conduites : le réseau ne doit pas traverser de locaux fermés sans ventilation, ne doit pas être en contact direct avec des installations électriques, et doit respecter les distances minimales de sécurité. [6]

Tableau I.10 : Matériaux utilisés selon le type de réseau

Type de réseau	Matériaux utilisés
Réseau transport gaz	Acier — conduites aériennes et sous souterraines, haute pression jusqu'à 100 bars
Réseau distribution gaz	PEHD — conduites enterrées, efficacité en conditions souterraines
Installation intérieure — souterrain	PEHD
Installation intérieure — apparent	Acier ou cuivre

3.5 Conclusion

La première partie de ce chapitre a présenté les principales caractéristiques du gaz naturel ainsi que les niveaux de pression utilisés dans les réseaux de distribution, éléments essentiels pour la conception, l'exploitation et la maintenance des installations gazières. La deuxième partie a abordé les aspects techniques liés à la chaîne gazière et aux réseaux d'exploitation. Enfin, la troisième partie a traité des installations intérieures de gaz, en mettant l'accent sur les exigences techniques, réglementaires et sécuritaires nécessaires pour garantir la conformité, la sécurité et la durabilité des installations.

Ainsi, ce chapitre constitue une base théorique indispensable pour l'analyse de l'état actuel de l'installation intérieure de gaz du CHU de Tlemcen, objet principal de cette étude.

Chapitre II

Corrosion et Protection des Ouvrages Gaz

Partie 1 : CORROSION

1.1 Introduction

A part quelques métaux « nobles » tels que l'or, le platine que l'on trouve à l'état pur, la plupart des métaux usuels se trouvent dans la nature sous forme de minerais (oxydes, sels) qui constituent des formes stables de ces métaux.

Une fois abandonnée à l'action de la nature (structures enterrées ou immergées, ou bien exposées aux intempéries), ces métaux se transforment plus ou moins rapidement pour revenir à l'état stable de minerais (oxydes, sulfates, carbonates, etc.).

La corrosion est un fléau technologique dont les ravages ont été particulièrement importants depuis l'utilisation massive des alliages de fer : on a estimé à 25 % de la production annuelle d'acier la perte subie chaque année de son fait.

Les tuyauteries, dont le matériau constitutif le plus répandu est l'acier non allié, sont particulièrement exposées à ce risque du fait, soit de leur environnement (comme pour les tuyauteries enterrées), soit de leur fonction (transport de fluides corrosifs).

Heureusement, depuis une cinquantaine d'années, et en particulier grâce aux travaux d'Evans et de ses élèves, se sont développées des techniques d'anticorrosion, fondées sur une meilleure connaissance des phénomènes physicochimiques, qui ont permis de réduire considérablement les risques et, par voie de conséquence, l'importance économique des dommages constatés. [11]

1.2 Définition de la corrosion

La corrosion est définie comme la dégradation progressive d'un matériau métallique sous l'effet de réactions chimiques ou électrochimiques avec son environnement extérieur.

Elle correspond au retour spontané du métal vers son état naturel stable, généralement sous forme d'oxydes ou de sels métalliques, sous l'action de l'humidité, de l'oxygène et des produits chimiques présents dans le milieu ambiant.

Ce phénomène affecte principalement les métaux ferreux utilisés dans les canalisations de distribution gaz. [6]

1.3 Principe électrochimique de la corrosion

La corrosion des métaux repose principalement sur un mécanisme électrochimique caractérisé par la création de micro-piles locales à la surface du métal. Ce mécanisme implique deux zones :

- Une zone anodique, où se produit l'oxydation du métal ;
- Une zone cathodique, où se produit la réduction de l'oxygène ou de l'eau.

La réaction anodique générale s'écrit :



Cette réaction entraîne la dissolution progressive du métal, responsable de la perte de matière observée sur les canalisations. [12]

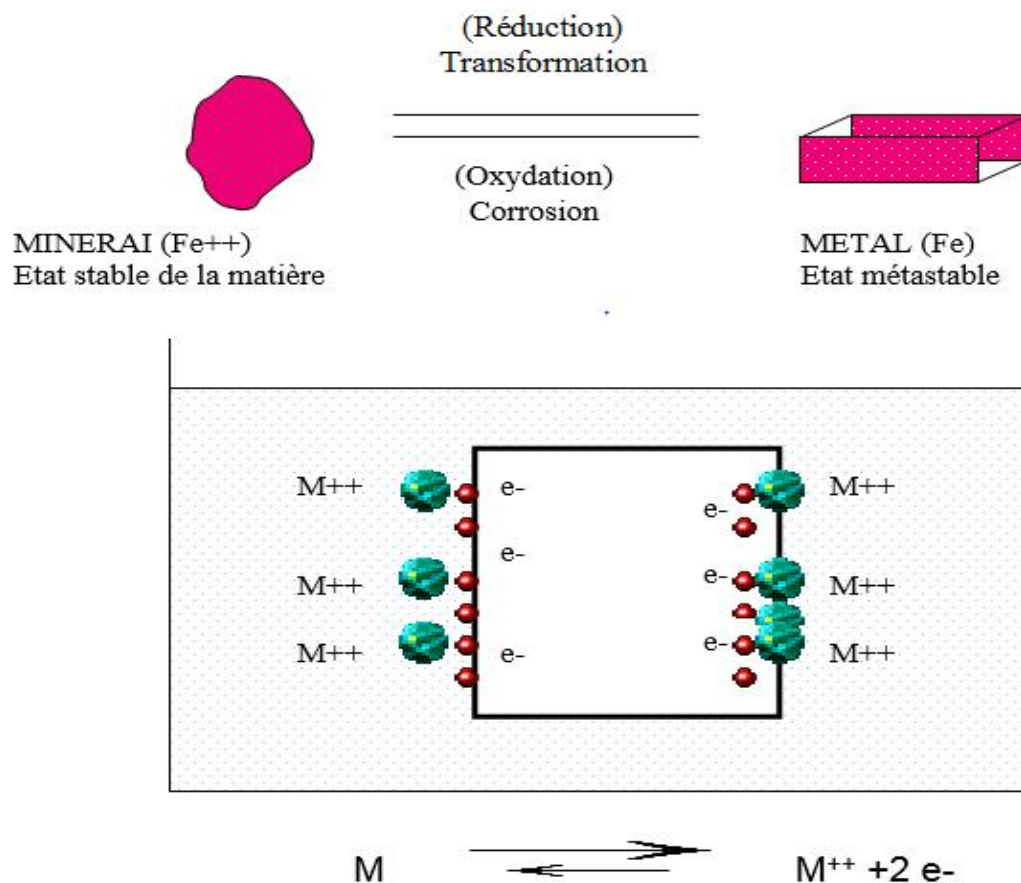


Figure II.1 : Equilibre d'un métal dans une solution.

1.4 Causes de la corrosion

La corrosion peut être causée par plusieurs facteurs :

1.4.1 Facteurs environnementaux

- Humidité excessive ;
- Présence d'oxygène ;
- Acidité du milieu ;
- Sels minéraux ;
- Température élevée.

1.4.2 Facteurs liés au matériau

- Hétérogénéité du métal ;
- Défauts de fabrication ;
- Contraintes internes.

1.4.3 Facteurs liés à l'exploitation

- Absence de maintenance ;
- Vieillesse des installations ;
- Défaut de protection anticorrosion. [13]

1.5 Types de corrosion

On peut distinguer les types de corrosion suivant l'aspect, le mode d'action du milieu ou les phénomènes physiques concernés.



Figure II.2 : Bilan des différentes formes de corrosion.

1.5.1 Caractérisation suivant l'aspect

a) Corrosion uniforme

La corrosion uniforme est la forme la plus courante de corrosion. Elle se produit lorsque toute la surface du métal est attaquée de manière régulière par des réactions électrochimiques, entraînant une diminution progressive de l'épaisseur du matériau. La vitesse de corrosion peut être mesurée en mm/an ou en perte de masse.

Remarque : on passe d'une unité à l'autre par les formules :

$$\begin{aligned}\text{corrosion en mm/an} &= \frac{365}{10^4 \rho} \times \text{corrosion en mg/(dm}^2 \cdot \text{j)} \\ \text{corrosion en mg/(dm}^2 \cdot \text{j)} &= 27,4 \rho \times \text{corrosion en mm/an}\end{aligned}$$

avec ρ (g/cm³) masse volumique.



Figure II.3 : Corrosion d'une porte en acier inoxydable ferritique dans une atmosphère soufrée

Ce type peut être réduit en choisissant un matériau adapté, en modifiant le milieu ou en utilisant la protection cathodique. [14]

b) Corrosion par piqûres

La corrosion par piqûres est une forme dangereuse et difficile à détecter. Elle apparaît sous forme de petites attaques localisées qui peuvent progresser vite en profondeur, alors que le reste de la surface reste intact, pouvant provoquer une perforation rapide des installations sans perte de masse importante.

Ce phénomène est aggravé par la présence de sulfures et de gaz H_2S . Pour limiter cette corrosion, il est recommandé de choisir un matériau adapté, d'éviter les zones stagnantes, de réduire la température et d'utiliser la protection cathodique. [14]

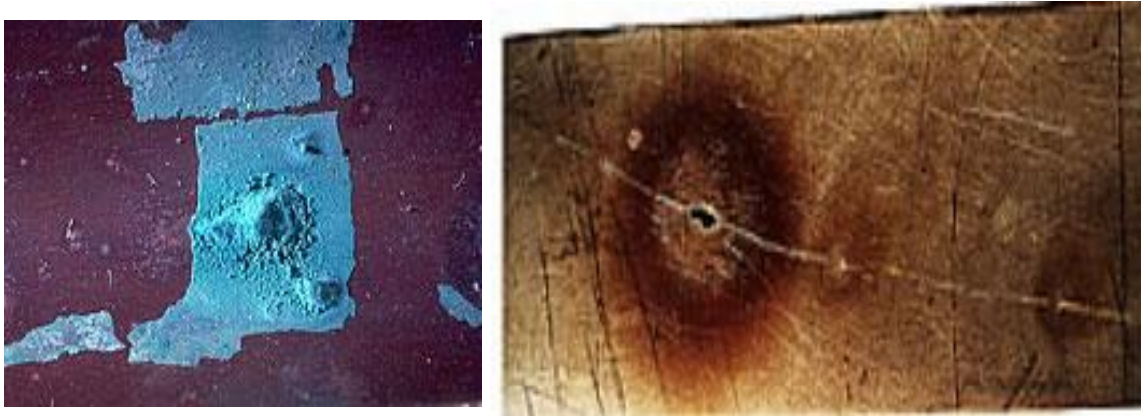


Figure II.4 : *Corrosion par piqûres d'une surface*

c) Corrosion fissurant

La corrosion fissurant est une forme très dangereuse, car elle peut évoluer sans être visible jusqu'à provoquer une fuite ou une rupture de la canalisation. On distingue deux types principaux :

- **Fissuration intergranulaire** : les fissures se propagent le long des joints de grains, le matériau perd progressivement sa cohésion ;



Figure II.5 : Corrosion feuilletant d'une canalisation en alliage d'aluminium véhiculant de l'eau

- **Fissuration transgranulaire** : les fissures coupent directement les grains du matériau, apparaissant surtout lors des phénomènes de corrosion sous contrainte. [6]

d) Corrosion sélective

La corrosion sélective correspond à la dissolution d'un seul élément d'un alliage, tandis que les autres restent presque inchangés. Le matériau devient poreux et fragile. Ce type touche surtout les alliages contenant du zinc (dézincification), mais aussi la dénickélisation, la désaluminisation ou la graphitisation. [14]



Figure II.6 : Coupe métallographique montrant une corrosion sélective d'un laiton

1.5.2 Caractérisation suivant le mode d'action du milieu

A. Corrosion par frottement

La corrosion par frottement apparaît lorsque deux surfaces métalliques en contact bougent l'une par rapport à l'autre. Ses principales conséquences sont l'augmentation des jeux, le blocage des pièces (grippage) et l'apparition de défauts pouvant entraîner des ruptures par fatigue. Les moyens de réduction incluent la lubrification, l'amélioration de la dureté des matériaux et l'utilisation de joints.



Figure II.7 : Corrosion frottement d'une pièce en acier

B. Corrosion sous tension

La corrosion sous tension apparaît lorsque le métal est soumis à des contraintes mécaniques en présence d'un milieu corrosif. Ce phénomène est souvent lié aux contraintes internes du matériau, notamment celles dues au soudage ou à la déformation.

C. Corrosion sous contrainte mécanique (C.S.C.)

Ce type de corrosion se caractérise par la formation progressive de fissures dans le matériau, pouvant entraîner la rupture totale de la pièce lorsqu'elle est exposée simultanément à une contrainte mécanique et à un environnement corrosif.. Les pertes en poids sont généralement très faibles mais les dégâts peuvent être considérables.



Figure II.8 : Fissuration par corrosion sous contrainte dans une structure en acier allié soudée (contraintes induites par le soudage).

D. Corrosion fatigue

La corrosion-fatigue diffère de la corrosion sous contrainte par la nature des efforts appliqués, qui sont ici variables et répétitifs (charges cycliques). Cette combinaison entre sollicitations mécaniques alternées et environnement corrosif favorise l'apparition et la propagation de fissures.

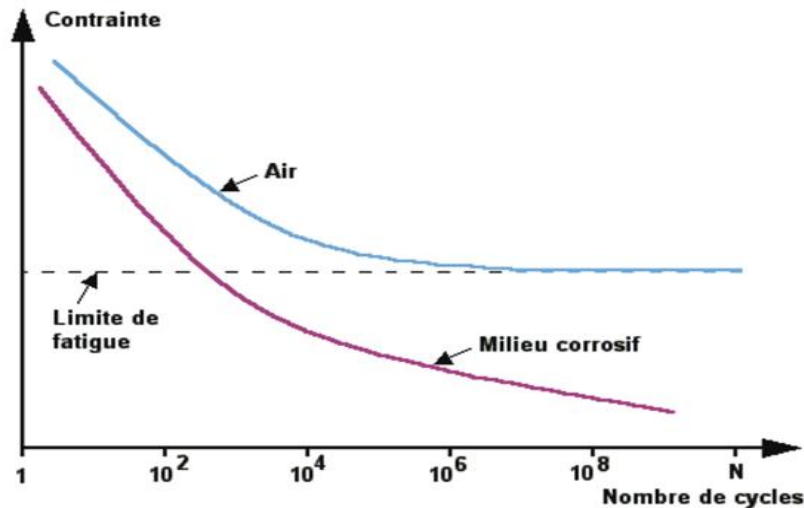


Figure II.9 : Contrainte appliquée en fonction du nombre de cycle

E. Fragilisation par l'hydrogène

La fragilisation par l'hydrogène correspond à une dégradation des propriétés mécaniques du métal due à la présence d'atomes d'hydrogène dans sa structure. Le métal devient fragile et peut se rompre brutalement [16].



Figure II.10 : Cloquage lié à une surprotection cathodique d'une canalisation pétrole

1.5.3 Caractérisation suivant les phénomènes physiques

La corrosion peut être classée en trois types principaux :

- La corrosion électrochimique.
- La corrosion chimique.
- La corrosion sèche.

Cette classification dépend essentiellement de la présence d'un milieu conducteur. En présence d'un électrolyte, la corrosion est dite électrochimique. Lorsque le milieu agressif est

liquide, on parle de corrosion chimique, tandis qu'en milieu gazeux, il s'agit de corrosion sèche [16].

1.6 Effets de la corrosion sur les réseaux gaz

La corrosion peut provoquer :

- Diminution de l'épaisseur des conduites.
- Fragilisation mécanique.
- Apparition de perforations.
- Fuite de gaz.
- Risque d'incendie ou d'explosion.
- Interruption de service.

Dans les établissements hospitaliers, ces conséquences peuvent mettre en danger la sécurité des patients, du personnel et des équipements [6].

1.7 Corrosion des réseaux enterrés

Les canalisations enterrées sont fortement exposées à la corrosion en raison de leur contact permanent avec le milieu environnant. Cette dégradation est liée à plusieurs facteurs :

- L'humidité du sol .
- La présence de sels minéraux.
- L'activité bactérienne.
- Les courants électriques parasites.

1.7.1 Corrosion électrochimique

La corrosion électrochimique apparaît lorsque certaines conditions sont réunies au niveau du système métal/milieu. Elle nécessite principalement [15] :

- Une dissymétrie physico-chimique dans le système, se traduisant par une différence de potentiel.
- La présence d'un milieu conducteur, généralement liquide, en contact avec le métal.
- La circulation d'un courant électrique entre deux zones du métal, formant une anode et une cathode.

1.7.2 Couples galvaniques

Les métaux sont classés selon leur potentiel d'électrode (échelle de Nernst). Lorsque deux métaux différents sont en contact électrique et immergés dans un même électrolyte, un couple

galvanique se forme. Le métal ayant le potentiel le plus négatif joue le rôle d'anode et se corrode, tandis que le métal le plus noble devient cathode et est protégé.



Figure II.11 : Corrosion par l'effet de Couples galvaniques

Dans les réseaux de distribution de gaz, ce phénomène peut apparaître lorsque des conduites en acier sont associées à des branchements en cuivre : le cuivre agit comme cathode, tandis que l'acier devient anode et se dégrade [16].

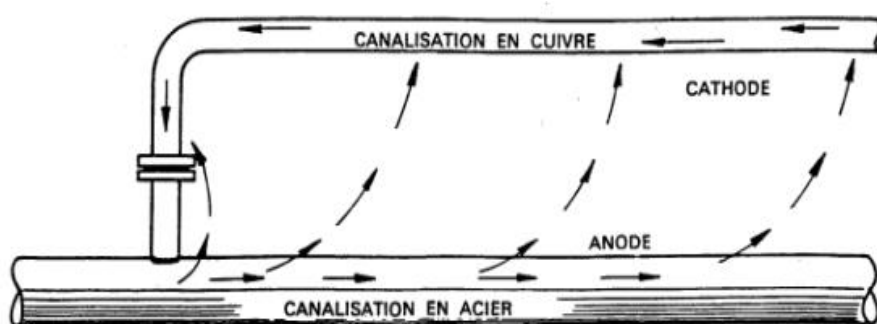


Figure II.12 : Branchement en cuivre sur canalisation acier

1.7.3 Effet Evans – Aération différentielle

Ce phénomène est lié à la présence de zones différemment aérées à la surface du métal. Dans les zones bien aérées, l'oxygène est facilement disponible et favorise les réactions de réduction (zones cathodiques). Dans les zones mal aérées, l'apport en oxygène est limité et les zones deviennent anodiques, subissant la corrosion.

La corrosion peut se développer au niveau de la partie inférieure d'une conduite lorsqu'elle est posée sur un sol naturel non remanié, généralement moins aéré. Pour éviter ce phénomène, il est recommandé de poser les conduites sur un lit de sable.

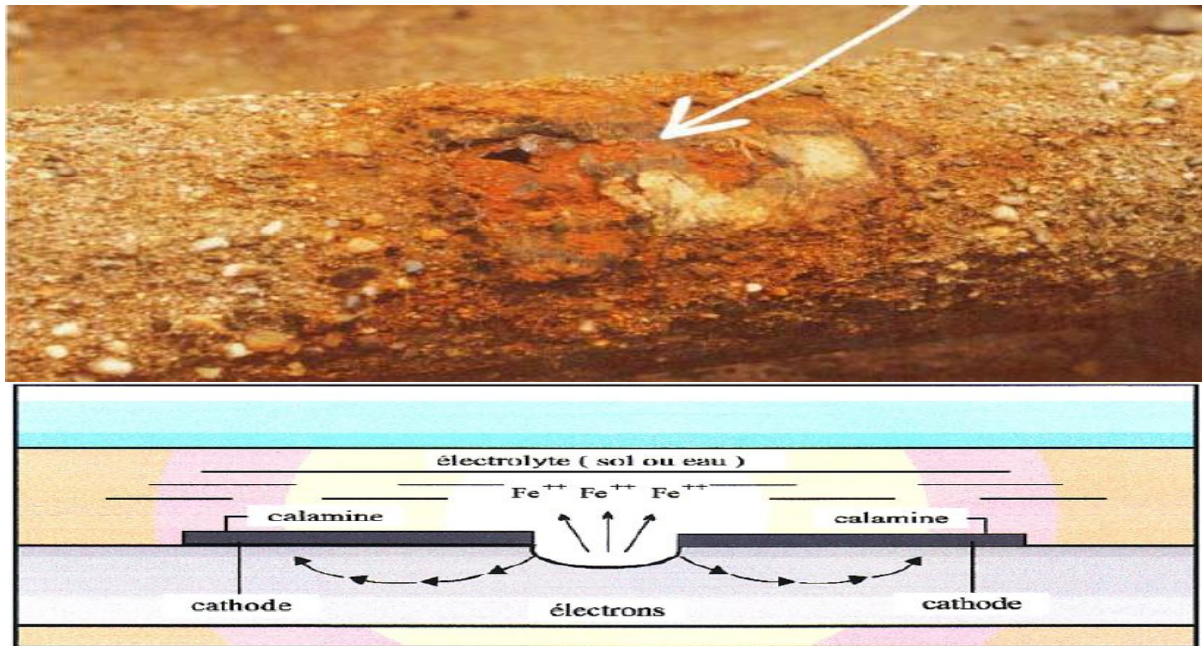


Figure II.13 : Corrosion par aération différentielle – Effet Evans

1.7.4 Piles géologiques

Une conduite enterrée prend un potentiel électrique qui dépend des caractéristiques du sol environnant. Comme la nature des terrains peuvent varier le long du tracé, le potentiel du métal n'est pas uniforme et cette différence de potentiel entraîne la formation de cellules électrochimiques dites « piles géologiques ».

Par exemple, dans un terrain sablonneux et sec, le potentiel de l'acier est généralement autour de -400 mV (référence Cu/CuSO₄), alors que dans un sol argileux et humide, il peut atteindre environ -800 mV [12].

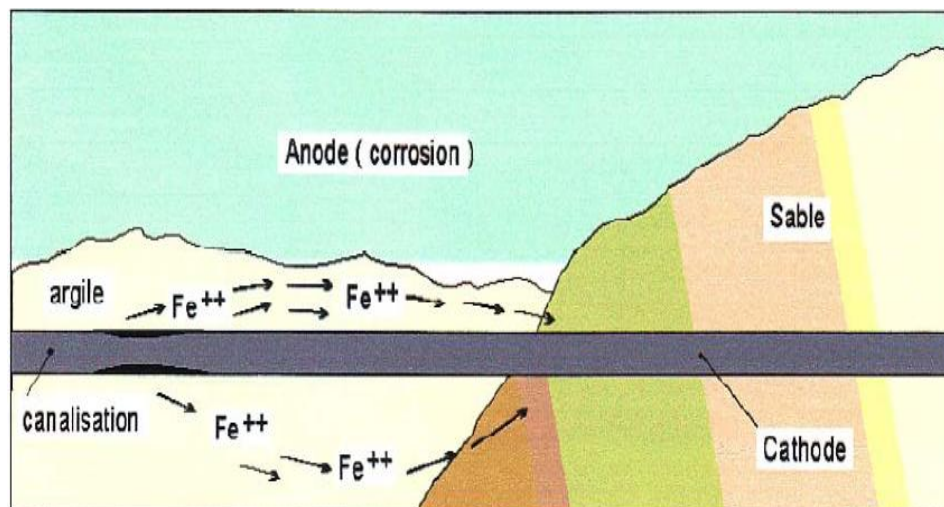


Figure II.14 : Schéma d'une pile galvanique responsable de la corrosion

1.7.5 Loi de Faraday et équation de Nernst

La loi de Faraday établit la relation entre la quantité de courant électrique circulant dans un système et la masse de métal dissoute à l'anode. Un courant de 1 ampère pendant une année peut entraîner la dissolution d'environ 10 kg de fer.

Valeurs pratiques de consommation :

- 10 kg de fer par ampère et par an.
- 10,4 kg de cuivre par ampère et par an.
- 10,7 kg de zinc par ampère et par an.

L'équation de Nernst permet de déterminer le potentiel d'une électrode en fonction de la concentration des ions en solution et de la température. Le diagramme de Pourbaix représente les domaines de corrosion, de passivation et d'immunité d'un métal en fonction du pH et du potentiel [16].

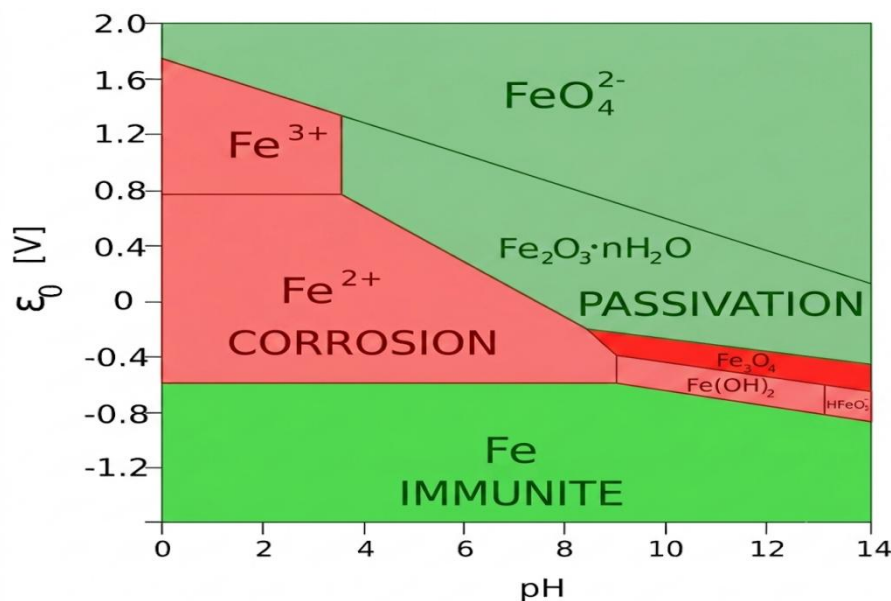


Figure II.15 : Diagramme de POURBAIX

1.7.6 Corrosion due aux influences électriques

A. Influence par induction

Ce phénomène apparaît lorsque la canalisation est installée en parallèle avec une ligne électrique à haute ou très haute tension. La conduite métallique se comporte comme le secondaire d'un transformateur. En régime normal l'effet reste généralement faible, mais en

cas de déséquilibre ou de court-circuit, il peut devenir beaucoup plus important et endommager les équipements de protection cathodique.

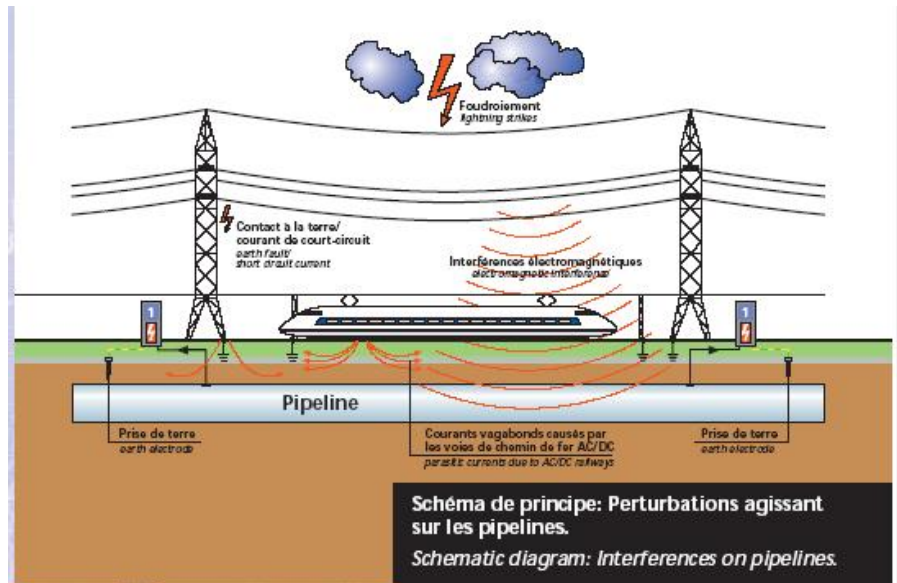


Figure II.16 : Corrosion due aux influences par induction

B. Influence par conduction

Ce type d'influence apparaît lorsqu'un courant de défaut provenant d'une ligne électrique s'écoule vers la terre à proximité des pylônes et des canalisations enterrées. Ce phénomène peut entraîner des dommages importants, comme la fusion locale du métal et la formation de perforations. [6]

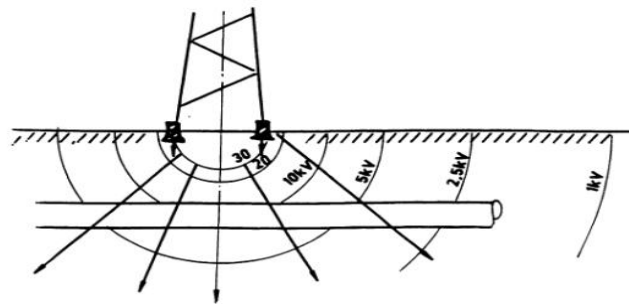


Figure II.17 : Corrosion due aux influences par conduction

C. Corrosion par courants vagabonds

La corrosion par courants vagabonds est liée à la présence de courants électriques parasites circulant dans le sol, généralement dus à des fuites provenant d'installations en courant continu mal isolées (métro, tramway, chemin de fer électrifié).

Selon la loi de Faraday, un courant de 1 ampère pendant une année peut entraîner la dissolution d'environ 10 kg de fer. L'intensité de la corrosion dépend directement de la densité du courant qui quitte la canalisation vers le sol.

D. Distances minimales recommandées

- Ligne 90 kV : distance minimale d'environ 30 m sans câble de garde, réductible à 10 m avec câble de garde .
- Ligne 225 kV : distance comprise entre 50 et 150 m, ou environ 15 m avec câble de garde .
- Ligne 400 kV : distance variant entre 90 et 210 m, ou entre 15 et 20 m avec câble de garde [6].

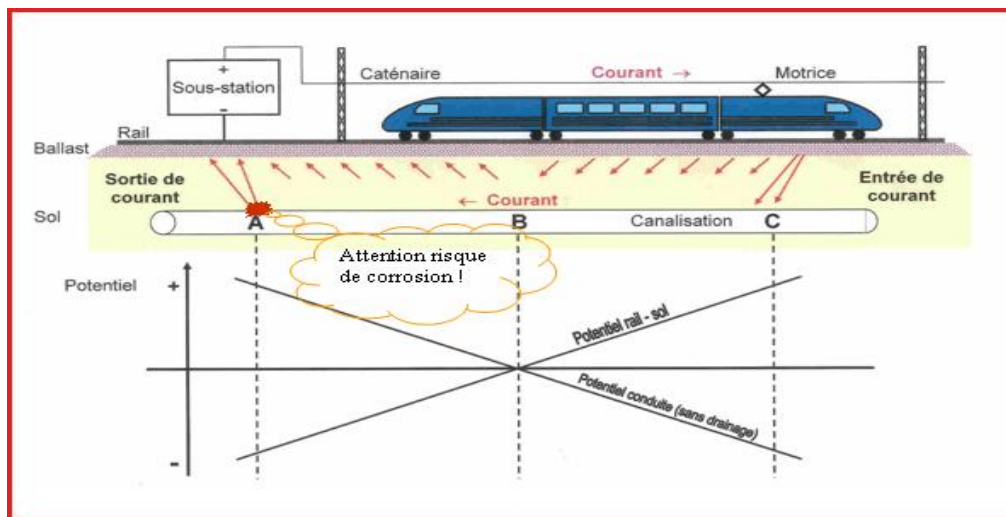


Figure II.18 : Corrosion due aux influences par courants vagabonds

Partie 2 : PROTECTION DES OUVRAGES GAZ

2.1 Protection des ouvrages

La protection des structures métalliques enterrées repose généralement sur deux méthodes complémentaires :

- La protection passive.
- La protection active.

2.2 Protection passive

La protection passive consiste à interrompre les mécanismes de corrosion, soit en bloquant le passage des ions à l'aide des revêtements, soit en empêchant la circulation des électrons grâce à des dispositifs isolants.

Elle repose principalement sur :

- L'isolement du métal vis-à-vis du sol, assuré par des revêtements adaptés.
- La séparation électrique entre les différents métaux constituant le réseau.
- L'isolation des canalisations par rapport aux autres structures métalliques enterrées (câbles, conduites d'eau, etc.) lors de leur mise en place.

Ces mesures sont généralement mises en œuvre au moment de l'installation, pour des raisons économiques. De plus, la protection passive reste indispensable pour garantir une bonne efficacité de la protection active et permet d'en réduire le coût [16].

2.2.1 Revêtements

1. Constitution des revêtements

Un système de revêtement se compose généralement de plusieurs éléments selon le type utilisé [6]:

- Une couche d'accrochage assurant l'adhérence entre le métal et le revêtement.
- Une couche principale jouant le rôle de barrière anticorrosion.
- Eventuellement, une couche supplémentaire destinée à la protection mécanique.

2. Différents types de revêtements

Les canalisations en acier destinées à être enterrées doivent être protégées par des revêtements adaptés, appliqués soit à chaud, soit à froid. Les principaux types utilisés sont les suivants :

Tableau II.1 Différents types de revêtement

Type de revêtement	Caractéristiques	Avantages	Utilisation
Type C (liants hydrocarbonés)	Résistance électrique 10 000–50 000 $\Omega \cdot m^2$, application à $\sim 150^\circ C$	Bonne résistance mécanique et chimique	Conduites principales enterrées
Bandes adhésives	Couche primaire + bande anticorrosion + couche plastique externe	Bonne isolation électrique ; simple à poser	Canalisations en milieu standard
PE extrudé (polyéthylène)	Gaine PE haute ou basse densité, appliquée en usine	Très bonnes performances ; large diffusion	Conduites neuves, pose en usine
Gaines thermorétractables	Couche adhésive interne + PE externe + système de fermeture	Performances proches du PE extrudé ; réparation facile	Joints de soudure, dérivations, réparations

a) Revêtement type C

Le tuyau est d'abord nettoyé par brossage, puis recouvert d'une couche de Carbolac. Ensuite, deux couches de fibres de verre imprégnées sont appliquées en spirale autour du tube. L'ensemble est finalement protégé par une couche de finition en « Carboplast ». Selon l'épaisseur du revêtement, sa résistance électrique varie généralement entre 10 000 et 50 000 $\Omega \cdot m^2$. La mise en œuvre se fait à une température proche de $150^\circ C$.

b) Revêtement par bande adhésive

Ce type de revêtement comprend généralement :

- Une couche primaire assurant l'adhésion au métal.
- Une bande adhésive jouant le rôle de protection anticorrosion.
- Une couche externe de protection mécanique en matériau plastique, notamment dans les milieux agressifs.

c) Revêtements en PE extrudés

Ce type de revêtement est généralement appliqué en usine par un procédé d'extrusion. Il se compose d'une gaine en polyéthylène, fixée à la surface du tube grâce à une couche primaire d'adhérence. Les polyéthylènes utilisés peuvent être de haute ou de basse densité. Ce procédé est aujourd'hui de plus en plus répandu en raison de ses bonnes performances.

d) Revêtement par gaine thermorétractable

Ces gaines sont principalement utilisées pour protéger les zones sensibles, comme les joints de soudure et les dérivations. Elles se composent généralement de :

- Une couche interne adhésive assurant la fixation au métal.
- Une couche externe en polyéthylène.
- Un système de fermeture (glissière) permettant la mise en place.

Ce type de revêtement offre des performances proches de celles du polyéthylène extrudé. Il est également utilisé pour réparer les zones endommagées, notamment au niveau des soudures des canalisations déjà revêtues [16].

3. Réparation des défauts

- Revêtement à froid

Les zones présentant des piquûres localisées sont réparées par l'application d'une bande d'enrobage à froid.

- Revêtement PE extrudé

Les défauts repérés à l'aide d'un balai électrique sont d'abord éliminés en retirant les zones détériorées. La réparation sur chantier se fait soit par l'application de bandes d'enrobage à froid, soit par l'utilisation de gaines thermorétractables [6].

4. Protection des accessoires de canalisations

Au niveau des soudures et des raccords (coudes, tés, etc.), les surfaces métalliques sont d'abord bien nettoyées par brossage afin d'éliminer toute trace de rouille ou d'impuretés. Le revêtement est ensuite appliqué uniquement si la conduite est parfaitement sèche, généralement à l'aide de bandes adhésives ou de manchons thermorétractables.

Pour les accessoires à géométrie complexe (vannes, brides, dérivations), on utilise plutôt des revêtements à chaud ou des bandes appliquées manuellement, afin d'assurer une protection efficace sur toute la surface [16].

5. Protection passive des conduites en acier aériennes

La protection contre la corrosion atmosphérique repose principalement sur l'application d'un revêtement jouant le rôle de barrière entre le métal et l'air ambiant. On distingue deux types de protections [16]:

- ✓ Protection temporaire (entretien périodique) : assurée par des peintures antirouille (vinyliques, riches en zinc, etc.) appliquées directement sur chantier.

- ✓ Protection durable : obtenue grâce à des revêtements plus performants, tels que les systèmes thermodurcissables (époxy, brai époxy) appliqués en usine, ou encore par métallisation (zinc, chrome, aluminium...).

6. Contrôle des revêtements

1. Contrôle de l'adhérence

Toute zone présentant un défaut d'adhérence ou endommagée lors de la pose doit être retirée puis refaite. Le contrôle consiste à découper un échantillon d'environ 5 cm de côté, ensuite soulevé à l'aide d'une lame fine (environ 5 essais par kilomètre). Si le prélèvement entraîne un décollement au niveau de la couche d'accrochage sans détérioration de la couche principale, le revêtement est considéré non conforme.

2. Contrôle de l'épaisseur

Sur l'échantillon prélevé, on vérifie l'épaisseur du revêtement ainsi que la position du renfort (voile de verre) et le recouvrement des spires.

3. Contrôle de la qualité d'isolement

Ce contrôle est réalisé à l'aide d'un balai électrique à haute tension, déplacé le long de la conduite à vitesse constante (inférieure à 0,2 m/s), sur une surface sèche. Il permet de détecter les défauts restants, qui seront ensuite réparés par bandes adhésives ou gaines thermorétractables.



Figure II.19 Balai électrique

2.2.2 Raccords isolants

A. Définition

Les raccords isolants assurent deux fonctions principales : l'isolement électrique des réseaux et le sectionnement électrique des installations

- Pour l'isolement électrique, ces raccords permettent de séparer électriquement différentes parties du réseau. Ils évitent notamment :
 - La formation de couples galvaniques entre métaux de nature différente.
 - La mise à la terre d'une canalisation revêtue lors de son raccordement à une conduite nue (comme la fonte).

Ils sont également indispensables pour assurer l'efficacité de la protection cathodique, notamment au niveau des extrémités des conduites ou des installations reliées à la terre (stations de compression, postes de détente, etc.).

- Le sectionnement électrique facilite l'exploitation des systèmes de protection cathodique en permettant :

- La localisation des défauts.
- La réalisation des mesures d'isolement du revêtement par rapport au sol.
- L'isolement temporaire d'une partie du réseau en cas de dysfonctionnement.

B. Différents types de raccords isolants :

On distingue principalement deux types de raccords isolants

1. Raccords isolants à brides

Ce type de raccord est réalisé par assemblage de deux brides, entre lesquelles est placé un joint en matériau isolant. Ce joint assure à la fois l'étanchéité et l'isolement électrique. Les éléments de fixation (tiges filetées) sont également isolés à l'aide de manchons et de rondelles en matériau isolant, afin d'éviter toute continuité électrique entre les deux parties.

Composition : Bride – Joint isolant – Rondelles acier – Canons isolants – Écrous acier – Soudures.

2. Raccords isolants monoblocs (de branchement)

Ces raccords se présentent sous forme d'un élément unique, pouvant être soudé directement sur la conduite ou monté par un système mécanique démontable, notamment pour les branchements. Ils sont généralement revêtus extérieurement d'une résine époxydique assurant leur protection. Ce type de raccord offre une meilleure fiabilité électrique que les raccords à brides, tout en présentant une bonne résistance aux efforts mécaniques (flexion, torsion).

2.3 Protection active

La protection active vise à agir directement sur le comportement électrochimique du métal afin de limiter ou empêcher la corrosion. Elle regroupe principalement :

- La protection cathodique.
- La protection contre les courants vagabonds.

2.3.1 Protection cathodique

La protection cathodique est une méthode efficace pour préserver les structures métalliques enterrées ou immergées contre la corrosion. Elle consiste à empêcher le passage du courant de corrosion du métal vers l'électrolyte en appliquant un courant de sens opposé, fourni par une source externe. Deux critères principaux sont utilisés :

a) Critère de potentiel

Selon le diagramme de Pourbaix, il existe un domaine d'immunité où le métal reste stable et ne se corrode pas. Pour l'acier, l'expérience montre qu'un potentiel de l'ordre de -850 mV (référence Cu/CuSO₄) constitue une limite suffisante pour assurer une protection efficace dans la plupart des cas ($\text{pH} \leq 10$).

Ce seuil peut être abaissé à -950 mV dans des milieux plus agressifs, notamment en présence de bactéries sulfatoréductrices. En pratique, pour plus de sécurité, on adopte souvent une valeur proche de -1000 mV.

b) Critère de courant

Lorsque la mesure du potentiel est difficile, on peut se baser sur la densité de courant de protection. Valeurs usuelles pour l'acier :

Tableau II.2 : Valeurs de densité de courant de protection pour l'acier

Milieu	Densité de courant (mA/m ²)
Acier dans le béton	0,7
Acier nu dans le sol sans bactéries	5
Acier nu dans un sol aéré	35
Acier en eau douce agitée	60
Acier en eau de mer	100
Acier en milieu anaérobie avec bactéries sulfatoréductrices	400

C. Techniques de la protection cathodique

Pour abaisser suffisamment le potentiel d'un métal, il est nécessaire d'augmenter la densité d'électrons à l'interface métal/électrolyte. Cette condition empêche la dissolution des ions métalliques dans le milieu, ce qui bloque la réaction d'oxydation responsable de la corrosion.

En pratique, cet objectif est atteint en faisant circuler un courant électrique de sorte que [16] :

- La structure à protéger devienne la cathode.

- L'autre élément joue le rôle d'anode et se consomme progressivement.

On distingue principalement deux techniques de protection cathodique :

- La protection par anodes sacrificielles (anodes solubles ou galvaniques) .
- La protection par courant imposé (poste de soutirage).

2.3.2 Protection par anode sacrificielle (anode soluble)

La protection cathodique d'une canalisation en acier est assurée en la reliant électriquement à une anode sacrificielle, constituée d'un métal plus actif (moins noble) que l'acier. Cette configuration permet d'abaisser le potentiel de la conduite jusqu'à une valeur inférieure au seuil de protection (–850 mV / Cu/CuSO₄). Trois métaux sont couramment utilisés pour former ce type de couple galvanique : le zinc ; l'aluminium ; le magnésium.

1) Potentielle naturelle des métaux

Tableau II.3 : Echelle de NERSNT

Métal	Réaction	E ₀ (V)
Or	$\text{Au} \rightleftharpoons \text{Au}^{3+} + 3 \text{e}^-$	+1,50
Platine	$\text{Pt} \rightleftharpoons \text{Pt}^{2+} + 2 \text{e}^-$	+1,19
Argent	$\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{e}^-$	+0,78
Mercure	$2 \text{Hg} \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+} + 2 \text{e}^-$	+0,79
Cuivre	$\text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^-$	+0,34
Hydrogène	$\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	0
Plomb	$\text{Pb} \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^-$	–0,13
Étain	$\text{Sn} \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+} + 2 \text{e}^-$	–0,14
Nickel	$\text{Ni} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + 2 \text{e}^-$	–0,25
Cadmium	$\text{Cd} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 2 \text{e}^-$	–0,40
Fer	$\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$	–0,44
Chrome	$\text{Cr} \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 3 \text{e}^-$	–0,74
Zinc	$\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$	–0,76
Titane	$\text{Ti} \rightleftharpoons \text{Ti}^{2+} + 2 \text{e}^-$	–1,63
Aluminium	$\text{Al} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-$	–1,66
Magnésium	$\text{Mg} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^-$	–2,37

2) Anodes à base de zinc

Le zinc utilisé pour la fabrication des anodes est de très haute pureté (environ 99,987 %), avec l'ajout de faibles quantités d'aluminium. La teneur en fer est strictement limitée ($\leq 0,0014$ %) afin d'éviter les phénomènes de passivation.

Caractéristiques principales :

- Consommation pratique : $\sim 11,9$ kg par ampère et par an.
- Potentiel dans le sol : $\sim -1\ 100$ mV (Cu/CuSO₄).
- Masse standard : ~ 20 kg.
- Grande fiabilité et durée de vie appréciable, avec utilisation presque complète du matériau.

Elles peuvent être utilisées dans différents milieux (sols acides ou alcalins, eau douce ou eau de mer). Leur emploi est surtout recommandé dans des électrolytes de faible résistivité et pour des courants relativement faibles.

3) Anodes en magnésium

Les anodes en magnésium sont constituées d'un alliage comprenant environ 90 % de magnésium, 6 % d'aluminium et près de 3 % de zinc.

Caractéristiques principales :

- Consommation massique : $\sim 7,9$ kg par ampère et par an.
- Potentiel dans le sol : $\sim -1\ 550$ mV (Cu/CuSO₄), soit ~ 750 mV d'écart vis-à-vis du critère de protection.
- Adaptées aux structures étendues ou en sols à forte résistivité [16].

2.3.3 Protection par poste de soutirage (courant imposé)

La protection par courant imposé consiste à abaisser le potentiel d'une structure métallique en la reliant au pôle négatif d'un générateur de courant continu. Le pôle positif est connecté à une anode enterrée (déversoir) placée à distance et jouant le rôle de consommable.

Dans ce système, le courant circule de l'anode vers le sol, puis pénètre dans la structure à protéger. Cette dernière est ainsi polarisée négativement par rapport à son environnement, ce qui limite les phénomènes de corrosion.

L'intensité du courant capté par la canalisation diminue progressivement avec l'éloignement du poste de soutirage. Pour optimiser la répartition du courant, l'anode est généralement installée perpendiculairement à la conduite, à une distance comprise entre 50 et 100 mètres.

Ce procédé permet de protéger des longueurs importantes de canalisations, pouvant atteindre plusieurs dizaines, voire jusqu'à une centaine de kilomètres.

Mesures de la tension

La mesure de la tension délivrée par un transfo-redresseur est essentielle pour vérifier le bon fonctionnement de l'installation de protection cathodique par courant imposé et s'assurer que le courant est correctement appliqué à la conduite.

Objectif de la mesure

La mesure de la tension permet de :

- Vérifier le bon fonctionnement du générateur.
- Contrôler la tension appliquée au circuit.
- Ajuster le niveau de protection cathodique.
- Détecter d'éventuels défauts (mauvais contact, rupture de câble, etc.).

2.3.4 Mesures du potentiel

La mesure du potentiel d'une conduite enterrée protégée par anode sacrificielle s'effectue à l'aide d'un multimètre relié entre la conduite et une électrode de référence placée dans le sol.

La connexion à la conduite est réalisée par une prise de potentiel, tandis que l'électrode de référence est positionnée à la surface du sol, au voisinage de la canalisation. Le multimètre mesure ainsi la différence de potentiel entre le métal de la conduite et le milieu environnant.

L'anode sacrificielle, connectée à la conduite par l'intermédiaire d'un régulateur de corrosion, fournit le courant de protection qui circule à travers le sol avant d'atteindre la conduite. Ce courant entraîne une polarisation négative du métal, limitant ainsi les phénomènes de corrosion.

2.4 Impact économique de la corrosion

La corrosion entraîne des conséquences économiques importantes, notamment :

- Des coûts de maintenance élevés.

- Des remplacements anticipés des équipements.
- Des pertes d'exploitation.
- Des risques d'accidents industriels.

Ainsi, elle constitue une part significative des dépenses liées à la maintenance des installations industrielles.

2.5 Conclusion

La corrosion représente un enjeu majeur dans l'exploitation et l'entretien des réseaux de distribution de gaz, notamment pour les installations métalliques anciennes. Elle peut affecter directement la sécurité des ouvrages, la continuité du service ainsi que leur fiabilité à long terme.

La mise en place de solutions de protection efficaces, combinée à une stratégie de maintenance préventive adaptée, s'avère essentielle pour garantir la durabilité des installations.

Dans le cadre de cette étude, les phénomènes de corrosion constatés au niveau de l'installation intérieure de gaz du CHU de Tlemcen ont constitué l'élément déclencheur du projet de réhabilitation de l'installation existante.

Chapitre III

Étude technique de l'installation intérieure
gaz CHU Tlemcen

Partie 1 : PRÉSENTATION ET DIAGNOSTIC DE L'INSTALLATION EXISTANTE

1.1 Présentation du site – CHU de Tlemcen



Le Centre Hospitalo-Universitaire Dr Tidjani Damerdji de Tlemcen est d'architecture pavillonnaire. Il occupe une superficie de 13 hectares et est actuellement constitué de 44 services et laboratoires spécialisés.

Il dispose d'une capacité d'accueil de 646 lits et couvre une population de 1,5 million de citoyens.

1.2 Présentation de l'installation intérieure gaz existante

L'installation intérieure gaz du CHU se compose d'un réseau de distribution en acier à une pression de service de 300 mbar, destiné à acheminer le gaz naturel depuis le poste de livraison (500 m³/300 mbar) vers les différents points d'utilisation répartis au sein des blocs hospitaliers.

Ce réseau comprend essentiellement :

- Des canalisations principales enterrées assurant le transfert du gaz.
- Des conduites secondaires permettant la distribution interne.
- Des dispositifs de coupure pour la sécurité et l'exploitation.
- Des ensembles de prés-détente assurant la régulation de la pression à 21 mbar.
- Des raccordements vers les équipements utilisateurs.

L'ensemble de ce réseau est réalisé en acier, matériau largement utilisé dans les années 80 avant le développement de la technique PEHD [17].

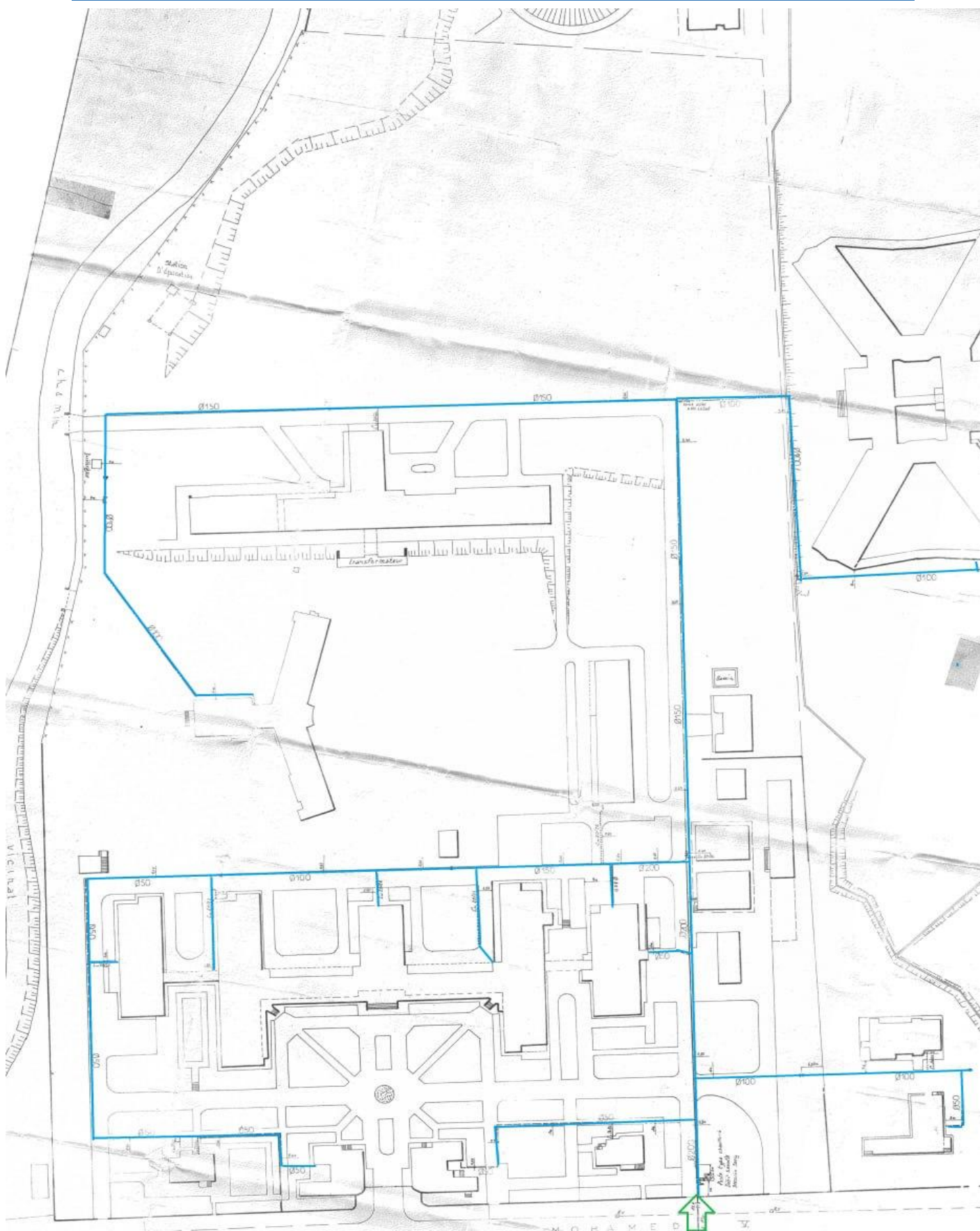


Figure III.1 : Plan de l'installation intérieure gaz du CHU

1.3 Historique de l'installation

- Le réseau d'installation intérieure gaz du CHU Tlemcen a été réalisé en 1981 en acier enterré et cuivre apparent, avec une protection passive et une protection cathodique assurée par anode sacrificielle.

Suite à des incidents enregistrés dans des établissements publics au niveau du territoire national en 2015, la Direction de Distribution Tlemcen a adressé un écrit à l'ensemble des établissements à travers la wilaya de Tlemcen pour procéder au changement des réseaux des installations intérieures en acier.

En 2019, une étude a été réalisée par un bureau d'étude pour le changement de l'installation intérieure du CHU Tlemcen, sans aucune suite de réalisation [16].

Tableau III.1 : Tableau récapitulatif des événements – Installation intérieure gaz du CHU de Tlemcen (2024–2026)

Date	Événement
02/07/2024	Réclamation pour fuite de gaz enregistrée sur une partie de l'installation intérieure. Intervention pour réparation effectuée. Les investigations ont révélé que le réseau en acier est fortement dégradé en raison de l'inefficacité de la protection cathodique et de la dissolution totale de l'anode sacrificielle.
03/07/2024	Demande d'étude de l'installation intérieure du CHU Tlemcen adressée à la Direction de Distribution Tlemcen.
08-09/07/2024	Prestation d'étude réalisée par la Direction de Distribution Tlemcen, transmise avec un montant de 300 000 DA.
11/02/2025	Ouverture des plis – Avis d'appel national ouvert N° 10/2024 portant sur le « RENOUVELLEMENT DU RÉSEAU GAZ AU NIVEAU DU CHU TLEMCEEN ».
31/05/2025	Enregistrement d'une deuxième fuite confirmant l'état de dégradation avancé du réseau, constituant un danger réel et imminent.
15/10/2025	Ordre de service établi à la Société DIVINDUS SERUB MASCARA pour exécution du Marché N° 09/2025 – Montant TTC : 13 188 770,00 DA – Délai : 02 mois.
02/02/2026	Incident gaz au niveau de l'hôpital Errazi (wilaya d'Annaba) sur une installation similaire.
10/02/2026	Rappel adressé à l'établissement CHU Tlemcen pour activer les travaux de remplacement.

1.4 Diagnostic de l'état actuel de l'installation

Une inspection technique approfondie du réseau a mis en évidence plusieurs anomalies susceptibles de compromettre son intégrité et son niveau de sécurité :

- Altération importante de l'état des conduites métalliques.
- Développement marqué de la corrosion externe.
- Présence de perforations localisées.
- Vieillessement des éléments de raccordement et des assemblages.

1.5 Analyse de la corrosion observée

1.5.1 Corrosion uniforme

Observée sur plusieurs tronçons soumis en permanence à l'humidité, entraînant une perte progressive d'épaisseur.

1.5.2 Corrosion localisée (par piqûres)

Se manifestant par des attaques ponctuelles pouvant provoquer des perforations des conduites. Des fuites ont été enregistrées.

1.5.3 Corrosion sous revêtement

Détectée dans certaines zones où la protection superficielle est défaillante ou dégradée.

1.6 Causes principales de dégradation du réseau

1.6.1 Vieillessement des installations

L'ancienneté du réseau (mis en service en 1981) constitue un facteur déterminant dans l'apparition des dégradations.

1.6.2 Insuffisance de protection anticorrosion

Dégradation ou absence de revêtements protecteurs, associée à une consommation complète de l'anode sacrificielle et à la détérioration de la couche de protection passive suite à des agressions par les utilisateurs d'autres réseaux enterrés.

1.6.3 Environnement agressif

Présence d'humidité, infiltrations d'eau et conditions favorables à la corrosion.

1.6.4 Maintenance inadéquate

Manque de suivi périodique des mesures de potentiel et absence d'un programme de maintenance préventive structuré.

1.7 Incidents enregistrés sur le réseau

Au cours des dernières années, plusieurs dysfonctionnements ont été constatés :

- Fuites récurrentes ;
- Chutes de pression sur plusieurs appareils d'utilisation.
- Interventions répétées de maintenance corrective.
- Remplacement ponctuel de parties dégradées.

1.8 Risques liés au maintien de l'installation actuelle

1.8.1 Risques humains

- Intoxication.
- Incendie.
- Explosion.

1.8.2 Risques matériels

- Détérioration des équipements.
- Dommages aux infrastructures.

1.8.3 Risques d'exploitation

- Interruption de service.
- Perturbation des activités hospitalières.

1.9 Justification de la réhabilitation

Compte tenu de l'état de dégradation constaté, une réhabilitation globale s'impose afin de :

- Assurer la sécurité des usagers et du personnel.
- Garantir la continuité de l'alimentation en gaz.
- Se conformer aux exigences réglementaires.
- Améliorer la fiabilité et les performances du réseau.

1.10 Résultats attendus après réhabilitation

La réhabilitation permettra :

- Suppression des fuites existantes.
- Amélioration de la sécurité.
- Réduction des interventions et des coûts de maintenance.
- Augmentation de la durée de vie du réseau.
- Optimisation des performances d'exploitation.

Partie 2 : ÉTUDE TECHNIQUE DE LA RÉHABILITATION

2.1 Objectifs de la réhabilitation de l'installation intérieure gaz

Le projet de réhabilitation a pour finalité de :

- Remplacer l'installation fortement dégradée.
- Renforcer le niveau de sécurité de l'installation.
- Limiter les risques de fuite.
- Assurer la conformité aux exigences réglementaires.
- Prolonger la durée de vie du réseau.
- Garantir une alimentation continue des équipements hospitaliers.

2.2 Choix de la solution technique

Après analyse de l'état existant, la solution adoptée repose sur :

- Le renouvellement complet de l'installation intérieure.
- La mise en place de nouvelles conduites conformes aux normes en vigueur.
- La pose des conduites en matière pehd, qui ne nécessite pas de protection anticorrosion.
- La modernisation des organes de coupure et des accessoires.



Figure III.2 : Conduites en matière PEHD

2.3 Choix des matériaux de remplacement

2.3.1 Critères de sélection

Les matériaux retenus doivent répondre aux exigences suivantes :

- Résistance mécanique élevée.
- Bonne résistance à la corrosion.
- Compatibilité avec le gaz naturel.
- Facilité d'entretien.
- Longévité importante.

2.3.2 Matériau retenu : Polyéthylène (PEHD)

Le matériau sélectionné pour la réhabilitation est le polyéthylène haute densité (PEHD).

Justification du choix :

- Excellente résistance à la pression.
- Bonnes propriétés mécaniques.
- Adaptation aux conditions d'exploitation.
- Coût de réalisation très bas par rapport à l'acier.
- Aucune protection anticorrosion nécessaire.

Remarque : La pose des réseaux enterrés en cuivre a été interdite à partir de 1995 en raison du prix d'achat très élevé, sauf pour les émergences de branchement dans les régions du Sud.

2.4 Etude des réseaux de gaz

Le calcul d'un réseau de distribution de gaz consiste à déterminer, pour une configuration donnée et des conditions d'alimentation et de consommation définies, les pressions aux différents nœuds ainsi que les débits transitant dans chaque tronçon du réseau.

L'analyse d'un réseau est réalisée en considérant un seul régime de pression à la fois : soit la basse pression (BP), soit la moyenne pression (MP). Les deux régimes ne peuvent pas être étudiés simultanément [6].

2.5 Structure d'un réseau

Un réseau de distribution de gaz est caractérisé par plusieurs éléments fondamentaux :

Nœud : point de discontinuité situé sur une canalisation. Il peut correspondre à :

- Un point d'alimentation (source).
- Un point de consommation.
- Une jonction entre plusieurs canalisations.
- Un changement de diamètre.
- Une extrémité de canalisation.

Tronçon : portion de conduite comprise entre deux nœuds consécutifs.

Maille : ensemble de tronçons formant un circuit fermé.

Arbre : ensemble de tronçons reliés entre eux sans former de maille.

On distingue généralement deux parties dans un réseau :

- **Partie antenne :** constituée de l'ensemble des arbres du réseau.
- **Partie maillée :** composée des tronçons restant après suppression des parties antennaires.

2.6 Programme de calcul des réseaux de gaz APHYRE

Le programme APHYRE est un outil dédié au calcul des réseaux de gaz. Il existe sous plusieurs versions adaptées à la taille des réseaux étudiés : une version pour grands systèmes (jusqu'à 2000 nœuds), une version intermédiaire (900 nœuds) et une version micro-informatique (200 nœuds).

Pour effectuer les calculs, APHYRE utilise un ensemble de cartes de données qui doivent être introduites dans un ordre précis. L'ensemble des codes de cartes n'est pas systématiquement requis pour chaque étude ; leur utilisation dépend de la méthode d'analyse choisie par l'utilisateur.

Lorsque les cartes 02, 03, 04, 05, 06 ou 07 sont employées, chacune d'elles doit être précédée d'une carte vierge portant uniquement son code d'identification.

APHYRE permet notamment de réaliser les opérations suivantes [6]:

- Calcul des pertes de charge.
- Détermination des pressions aux nœuds.

- Évaluation des débits de transit dans les tronçons.
- Correction des pressions en fonction de l'altitude dans les réseaux basse pression.
- Délimitation des zones d'influence des sources d'alimentation.
- Localisation des points neutres.
- Tracé des courbes isobares.

2.7 Données du problème

2.7.1. Paramètres descriptifs du réseau

Pour chaque tronçon, les informations suivantes sont liées et définies par la formule de Renouard :

- Les numéros des nœuds d'extrémité.
- Le diamètre de la canalisation.
- La longueur du tronçon.
- La zone de consommation associée (débit).
- La pression d'entrée et sortie de chaque tronçon.

2.7.2 Définition du système d'alimentation

a. Régime de pression et unités

La formulation des pertes de charge de Renouard utilisé dans le Programme de calcul des réseaux de gaz APHYRE dépend du régime de pression considéré :

- En **basse pression (BP)**, les pertes de charge sont exprimées par la différence des pressions ;

$$P_1 - P_2 = 232 \times 10^6 \times S \times L \times Q^{1,82} \times D^{-4,82} \quad \text{III. 1}$$

- En **moyenne pression (MP)** et en **haute pression (HP)**, elles sont exprimées par la différence des carrés des pressions absolues.

$$P_1^2 - P_2^2 = 48600 \times S \times L \times Q^{1,82} \times D^{-4,82} \quad \text{III. 2}$$

Où :

- P_1 et P_2 : les pressions en (bar)absolu

- L : la longueur du tronçon en (km).
- D : le diamètre intérieur du tronçon en (mm).
- Q : le débit circulant dans le tronçon en (m^3/h) (à 15 C et 1 atm).
- S : la densité fictive du gaz.

Cette densité fictive dépend à la fois de la densité réelle du gaz et de sa viscosité

La pression absolue correspond à la somme de la pression relative (utilisée dans l'industrie gazière) et de la pression atmosphérique.

Les unités couramment utilisées sont :

- En BP : millimètre de mercure (mm Hg) ou millibar (mbar) ;
- En MP : kilogramme par centimètre carré (kg/cm^2) ou bar.

Remarque : L'objectif du calcul est de déterminer un des paramètres de la formule

b. Description des sources

Les sources correspondent aux nœuds d'alimentation à partir desquels le gaz est injecté dans le réseau. Pour chaque source, il est possible d'imposer soit une pression d'alimentation, soit un débit injecté, mais jamais les deux simultanément [6].

2.7.3. Consommations

Les consommations correspondent aux débits de pointe horaire déterminés selon les conditions climatiques de référence retenues pour l'étude.

Pour chaque nœud de consommation, le débit de pointe est exprimé en Nm^3/h .

Une zone de consommation représente une demande répartie sur plusieurs tronçons du réseau. Sa consommation est également exprimée en Nm^3/h .

2.8 Formulation du problème

Les données connues sont :

- La configuration du réseau.
- Les longueurs et diamètres des tronçons.

- L'emplacement des points d'alimentation ainsi que leurs pressions ou débits d'injection.
- Les débits appelés ou les pressions imposées aux nœuds de consommation.

L'objectif du calcul est de déterminer :

- Les pressions à tous les nœuds du réseau.
- Les débits circulant dans l'ensemble des tronçons.

Dans les parties antennaires, les débits sont obtenus par sommation des consommations en remontant de l'aval vers l'amont. Le calcul des pressions y est donc relativement simple dès lors que les pressions aux nœuds de départ sont connues.

En revanche, la partie maillée nécessite un traitement plus complexe. Dans ce cas, la consommation attribuée à un nœud de départ d'antenne est égale à sa consommation propre augmentée de l'ensemble des consommations situées sur l'antenne qui lui est rattachée [6].

01: Entrance
 02: Reception
 03: Waiting Area
 04: Examination Room
 05: Treatment Room
 06: Office
 07: Storage
 08: Restroom
 09: Corridor
 10: Entrance
 11: Reception
 12: Waiting Area
 13: Examination Room
 14: Treatment Room
 15: Office
 16: Storage
 17: Restroom

[illegible]

Intake installation
intérieure GAZ.
CHU Tiessen.

Besoins Energétiques
Gaz CHU Tlemcen
Juillet 2024

Funkce a označení	Designace	Equipement	Maximální Rychlost
01	Motorové	Šachovnice + šachovnice	3 m/s
02	Motorové s motorizovanými sádkami	Šachovnice	135 – 150 km
03	Letní motorizované	Šachovnice	125 – 150 km
04	Motorizované letní	Šachovnice + přístroje	5,5 m/s
05	Motorizované s katalyzátorem	Šachovnice	130 km – 150 km
06	Čistá	Čistovnice	140 – 150 km
07	Čistovnice	Čistovnice	40 m/s
08	Čistovnice	Čistovnice	70 m/s
09	Čistovnice	Čistovnice	120 m/s
10	Čistovnice	Čistovnice	130 m/s
11	Čistovnice	Čistovnice	140 m/s
12	Čistovnice	Čistovnice	150 m/s
13	Čistovnice	Čistovnice + šachovnice	1 m/s
14	Čistovnice	Čistovnice	1000 – 1000 km
15	Service prodloužená	1 Čistovnice	2 – 300 – 240 km
16	Service prodloužená	Čistovnice	1000 – 1000 km
17	Čistovnice	Čistovnice	1000 – 1000 km
18	Čistovnice	Čistovnice	1000 – 1000 km

1.1 Étape 1 : Relevé des sorties de canalisations

Un relevé détaillé des positions des sorties de canalisations a été effectué sur le site.

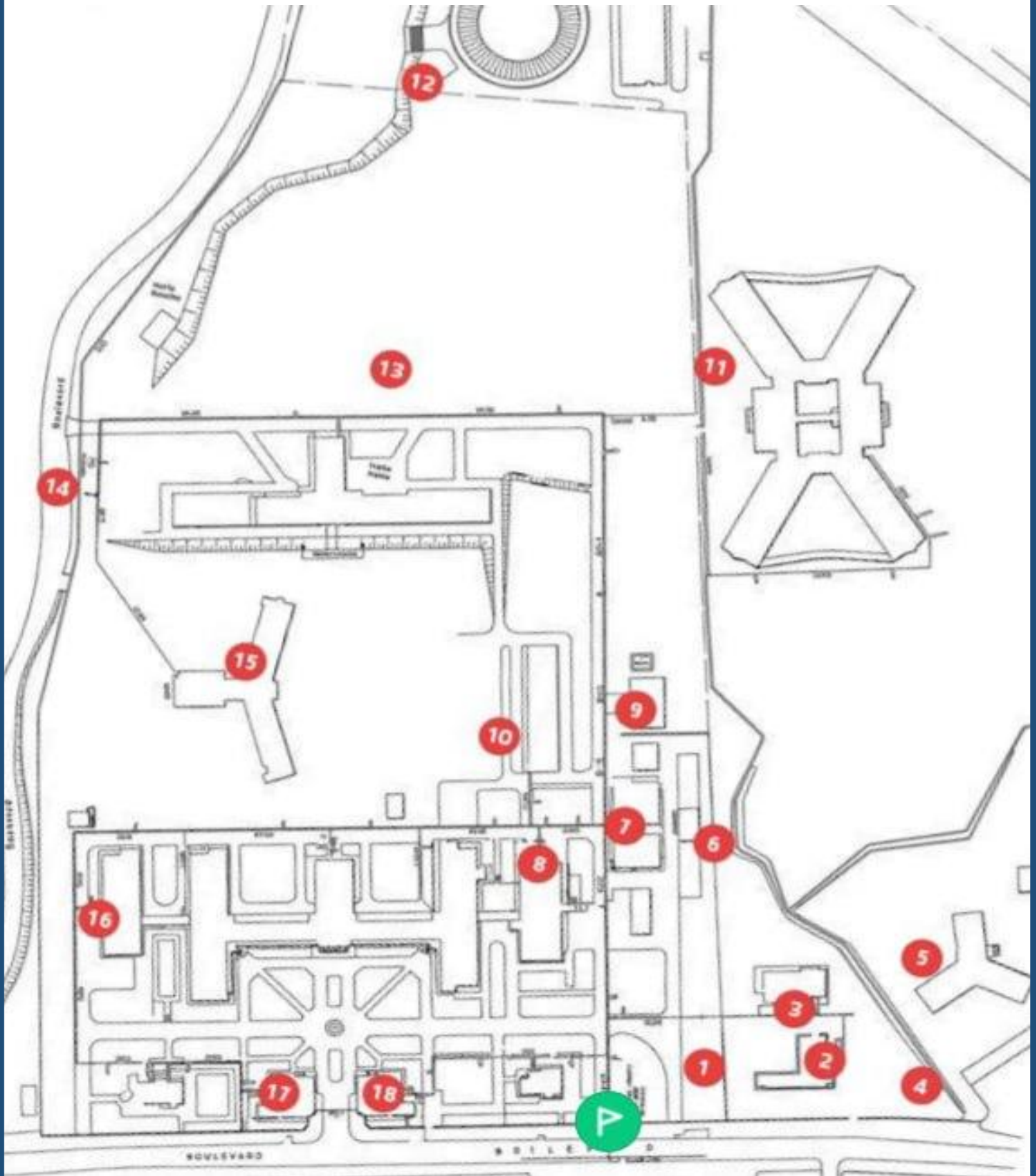


Figure III.4 : Positions des sorties de canalisations

1.2 Étape 2 : Détermination des débits et besoins énergétiques

Tableau III.2 : Débits et besoins énergétiques pour chaque point

Point	Désignation	Équipement	Besoins énergétiques
01	Mosquée	Chauffe-eau + chauffage	3 m³/h
02	Centre transfusion sanguine	Chaudière	[35–70] kW
03	Centre médicosocial	Chaudière	[25–76] kW
04	Médecine légale	Chaudière projetée	3,5 m³/h
05	Médecine du travail	Chaudière	[48,8–99] kW
06	Cuisine	Chaudière + 20 gazinières	[42–116] kW + 20×30 kW
07	Pharmacie	Chaudière	35 000 kcal
08	Bloc central	5 Chaudières	2×[100–280] kW + 3×[174,5–349] kW
09	Service urologie	Chaudière	3,5 m³/h
10	Service infection	Chaudière	[6–12] m³/h
11	Laboratoire centrale	Chaudière	25 m³/h
12	Bibliothèque	Chaudière	117 kW
13	Garage	Chauffe-eau + chauffage	2 m³/h
14	Service traumatologie	Chaudière	[300–1050] kW
15	Service psychiatrie	2 Chaudières	2×[58–116] kW
16	Service cardiologie	Chaudière	350 000 kcal
17	SAMU	Chaudière	[58–116] kW
18	La recette	Chaudière	[58–116] kW

1.3 Étape 3 : Tracé des itinéraires et plan squelette

- Tracé des itinéraires des canalisations sur le site : plan d'étude ;

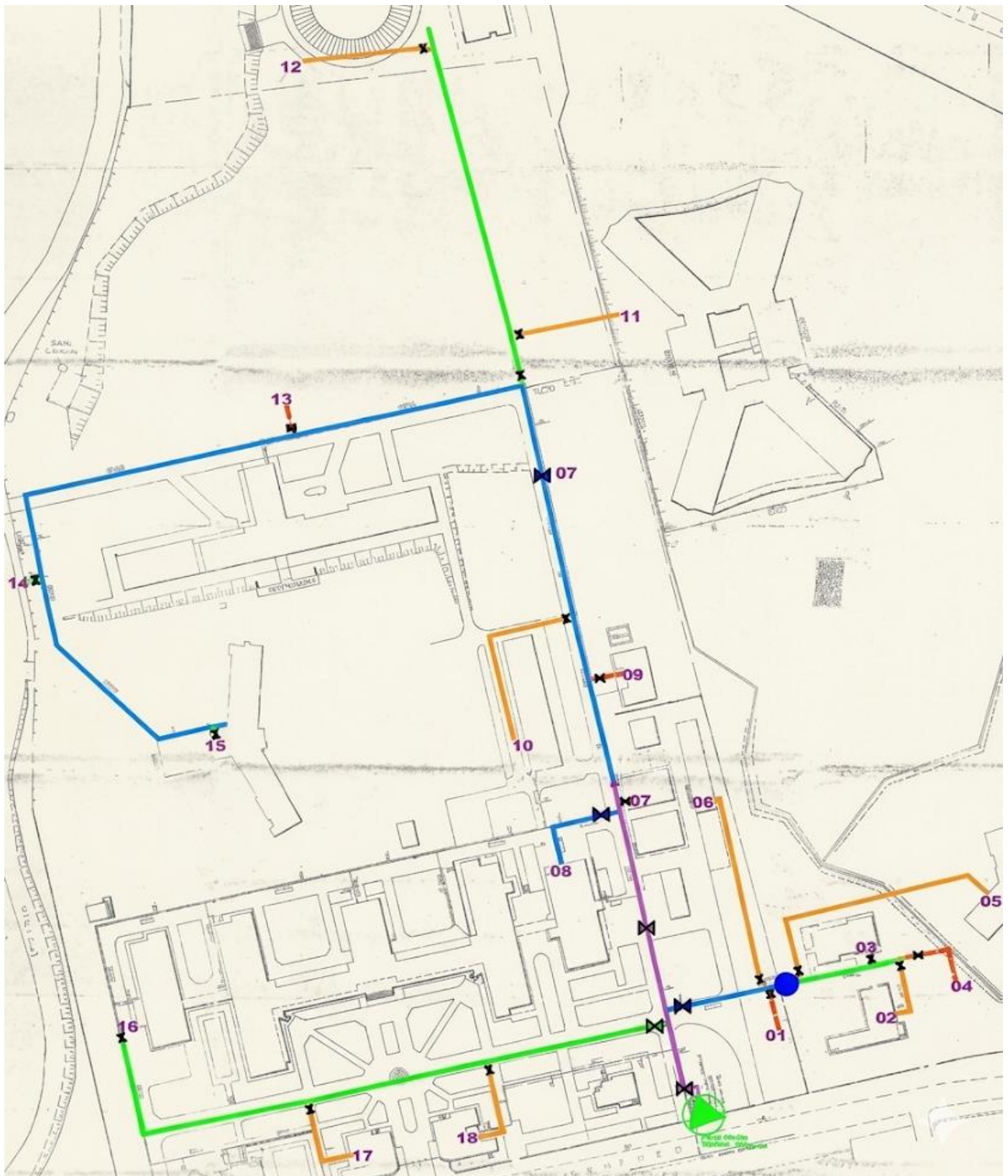


Figure III.5 : Itinéraires des canalisations sur le site : plan d'étude

- Tracé détaillé des tronçons du réseau : plan squelette.

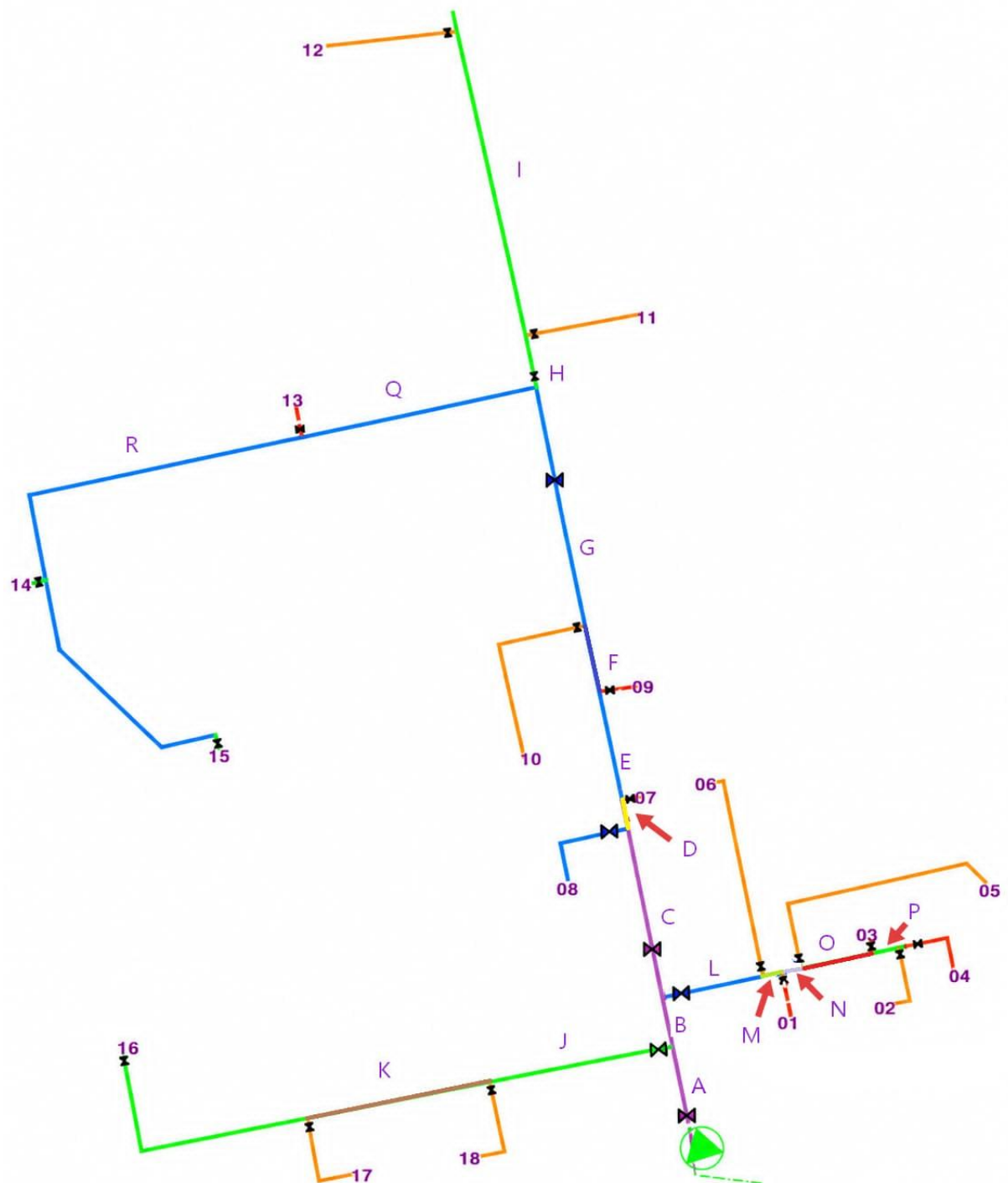


Figure III.6 : Tronçons du réseau: plan squelette

1.4 Étape 4 :

a. Conditions limites de perte de charge admissible d'exploitations

Le calcul des pertes de charge est effectué en se basant sur la distance séparant le poste de détente du point le plus défavorisé. Le dimensionnement respecte un critère de perte de pression admissible fixé à 5 % de la pression initiale.

Pour une pression de sortie du poste de détente de 300 mbar, la perte de charge maximale autorisée est de 15 mbar. La pression au point le plus éloigné ne doit pas être inférieure à 285mbar.

➤ Dans le cadre de notre étude, le point le plus défavorisé est le nœud 15. La distance entre ce point et le poste de détente est estimée à 960 m.

$$\frac{\Delta P}{m} = \frac{15}{960} = 0,015625 \text{ mbar/m} \quad \text{III. 3}$$

b. Calcul de la pression au niveau de chaque point de sortie des tronçons de l'installation

On suppose une valeur approximative des pertes singulières égale à 20 %. Par conséquent, le coefficient des pertes devient : $1 + 0,2 = 1,2$, en négligeant les pertes de charge dues à l'altitude puisque nous sommes au même niveau.

$$P_1 = P_{\text{entrée}} \quad P_2 = P_{\text{sortie}} \\ P_{2 \text{ effectif}(\text{rel})} = P_{1 \text{ effectif}(\text{rel})} - (\Delta P \cdot L \cdot 1,2) \quad \text{III. 4}$$

$$P_{2 \text{ effectif}(\text{rel})} = 300 - (0,015625 \cdot 42,9 \cdot 1,2) = 299,195625 \text{ mbar} \quad \text{III. 5}$$

$$P_{\text{absolue}} = P_{\text{effectif}(\text{rel})} + P_{\text{atm}} \quad ; \quad P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar} \quad \text{III. 6}$$

Dans une approche de calcul la pression en aval d'un tronçon est adoptée comme pression amont du tronçon suivant [6].

Remarque : Dans le calcul des différents paramètres du réseau, et en raison du nombre limité de nœuds, la formule de Renouard a été utilisé avec le logiciel Excel afin de mieux illustrer et visualiser la méthode de calcul.

Tableau III.3 : La pression de sortie de chaque tronçon

	L (m)	P ₁ (bar)	P ₂ (bar)			L (m)	P ₁ (bar)	P ₂ (bar)
A	42,9	1,3	1,29919512		1	27,3	1,29736585	1,29685365
B	5,85	1,29919512	1,29908536		2	44,85	1,29579268	1,29495122
C	126,75	1,29908536	1,29670731		3	29,25	1,29612195	1,2955731
D	3,9	1,29670731	1,29663414		4	48,75	1,29579268	1,29487804
E	78	1,29663414	1,29517073		5	171,6	1,29689024	1,29367073
F	39	1,29517073	1,29443902		6	117	1,29798780	1,29579268
G	146,25	1,29443902	1,29169512		7	29,25	1,29663414	1,29608536
H	35,1	1,29169512	1,29103658		8	58,5	1,29670731	1,29560975
I	183,3	1,29103658	1,28759756		9	39	1,29517073	1,29443902
J	111,15	1,29919512	1,29710975		10	115,05	1,29443902	1,29228048
K	107,25	1,29710975	1,29509756		11	68,25	1,29103658	1,28975609
L	58,5	1,29908536	1,29798780		12	78	1,28759756	1,28613414
M	33,15	1,29798780	1,29736585		13	19,5	1,29323170	1,29286585
N	25,35	1,29736585	1,29689024		14	9,75	1,28920731	1,28902439
O	40,95	1,29689024	1,29612195		15	165,75	1,28920731	1,28609756
P	17,55	1,29612195	1,29579268		16	156	1,29509756	1,29217073
Q	136,5	1,29579268	1,29323170		17	58,5	1,29509756	1,294
R	214,5	1,29323170	1,28920731		18	56,55	1,29710975	1,29604878

1.5 Étape 5 : Consommation de chaque tronçon

La consommation de chaque tronçon est obtenue en sommant les consommations de tous les tronçons situés en aval. Les valeurs calculées (en m³/h) sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (extrait) :

Tableau III.4 : Calcul des débits

Nœud	Q (m³/h)	Nœud	Q (m³/h)	Nœud	Q (m³/h)	Nœud	Q (m³/h)
A	418,747	J	51,56	1	3,000	10	12
B	367,187	K	43,28	2	4,997	11	25
C	260,6	L	106,587	3	5,42	12	8,35
D	145,87	M	55,477	4	35,00	13	2
E	142,37	N	52,477	5	7,06	14	74,96
F	138,87	O	45,417	6	51,11	15	16,56
G	126,87	P	39,997	7	3,50	16	35
H	33,35	Q	93,52	8	114,73	17	8,28
I	8,35	R	91,52	9	3,50	18	8,28

1.6 Étape 6 :

1. Calcul des diamètres théorique

Dans le cadre de cette étude, le réseau fonctionne en moyenne pression de type A (300 mbar), dans ce cas, nous appliquons la deuxième formule de Renouard Eq (III.2).

$$P_1^2 - P_2^2 = 48600 \cdot S \cdot L \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \quad \rightarrow \quad D = \sqrt[4.82]{48600 \cdot S \cdot L \cdot \frac{Q^{1.82}}{P_1^2 - P_2^2}} \quad \text{III. 7}$$

$$S = 0.644 \quad (\text{donner par sonelgaz})$$

Dans les calculs, la densité fictive du gaz est adoptée égale à 0,644, valeur usuelle pour le gaz naturel

➤ Pour le 1^{er} tronçon :

$$D = \sqrt[4.82]{48600.0,644.42,9 \cdot \frac{(418,747)^{1.82}}{(1,3)^2 - (1,299195625)^2}} \quad \text{III. 8}$$

$$D = 156,63491 \text{ mm}$$

Tableau III.5 : Calcul des diamètres théoriques

Tronçon	D (mm)	Tronçon	D(mm)	Tronçon	D(mm)	Tronçon	D(mm)
A	156,63488	J	71,0419995	1	24,276574	10	25,741053
B	149,06410	K	66,5197652	2	29,442751	11	40,999837
C	130,98780	L	93,4497598	3	35,621205	12	54,119030
D	105,23477	M	73,0391457	4	61,402036	13	35,790411
E	104,28696	N	71,5281832	5	33,547469	14	20,843903
F	103,32955	O	67,7370399	6	70,821532 06	15	81,942611
G	99,890737	P	64,5690796	7	96,120506	16	61,418780
H	60,330975	Q	89,0042329	8	30,357819	17	35,632789
I	35,776283	R	88,3273306	9	25,734645	18	35,621205

Tableau III.6 : Diamètres normalisés PEHD avec diamètres intérieurs correspondants

Diamètre normalisé	Diamètre intérieur (mm)
PE 250	228
PE 200	177
PE 125	102
PE 63	52
PE 40	32

2. Déterminations des diamètres intérieurs :

Tableau III.7 : Diamètres réels

Tronçon	D(mm)	Tronçon	D(mm)	Tronçon	D(mm)	Tronçon	D(mm)
A	177	J	102	1	32	10	52
B	177	K	102	2	32	11	102
C	177	L	102	3	32	12	52
D	177	M	102	4	102	13	32
E	177	N	102	5	52	14	102
F	177	O	102	6	102	15	52
G	102	P	102	7	32	16	102
H	102	Q	102	8	102	17	52
I	52	R	102	9	32	18	52

1.7 Étape 7 : Vérification des pressions réelles avec les diamètres intérieurs normalisés

Une vérification de la pression réelle est effectuée avec les diamètres intérieurs normalisés.

Pour le tronçon A (D = 177 mm) :

$$P_2 = \sqrt{P_1^2 - 48600 \cdot S \cdot L \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}} \quad \text{III. 9}$$

$$P_2 = \sqrt{1.3^2 - 48600 \cdot 0,644 \cdot 42,9 \cdot \frac{(418.747)^{1.82}}{177^{4.82}}} = 1,299552479 \text{ bar} \quad \text{III. 10}$$

$$P_n = 1 \text{ atm} = 1.01325 \text{ bar} \quad \text{III. 11}$$

$$T_n = 273.15 \text{ K} \quad \text{III. 12}$$

Tableau III.8: la pression réelle de chaque nœud

	P (bar)		P (bar)		P (bar)		P (bar)
A	1,29955352	J	1,298830582	1	1,297230599	10	1,293752927
B	1,299147166	K	1,296853576	2	1,29522951	11	1,290976265
C	1,298528516	L	1,298365752	3	1,295696256	12	1,287355914
D	1,296701348	M	1,29786348	4	1,295713488	13	1,293185372
E	1,296519917	N	1,29727989	5	1,296501324	14	1,289143649
F	1,295116086	O	1,29678345	6	1,297609799	15	1,287422979
G	1,291958273	P	1,296085613	7	1,296442185	16	1,294843985
H	1,291642734	Q	1,294465579	8	1,295882983	17	1,29492012
I	1,290470158	R	1,291222212	9	1,294914488	18	1,296938496

1.8 Étape 8 : Étude financière

Suite aux longueurs des tronçons déterminées par l'étude et aux prix des diamètres commercialisés, le devis de référence est le suivant :

Tableau III.9 : Calcul du coût des matériaux

Désignation	Unité	Qté	P.U. fourniture + M.Œ. (DA)	Total (DA)
Pose réseau gaz en PE 250	ML	170	9 177	1 560 090
Pose réseau gaz en PE 200	ML	780	6 313	4 924 140
Pose réseau gaz en PE 125	ML	600	4 128	2 476 800
Pose réseau gaz en PE 63	ML	700	2 369	1 658 300
Pose réseau gaz en PE 40	ML	120	2 035	244 200
Vanne et chambre PE 250	UN	2	368 115	736 230
Vanne et chambre PE 200	UN	3	188 370	565 110
Vanne et chambre PE 125	UN	5	109 250	546 250
Vanne et chambre PE 63	UN	9	94 875	853 875

Désignation	Unité	Qté	P.U. fourniture + M.Œ. (DA)	Total (DA)
Vanne et chambre PE 40	UN	5	86 480	432 400
Réduction PE 250/200	UN	1	33 240	33 240
Réduction PE 200/125	UN	1	17 294	17 294
Joint transition Acier 200/PE200	UN	2	70 474	140 948
Joint transition Acier 100/PE125	UN	4	32 500	130 000
Joint transition Cuivre 22/PE63	UN	10	15 123	151 230
Joint transition Cuivre 22/PE40	UN	6	12 300	73 800
Total HT				12 983 816,87 DA
Total TTC				15 450 742,08 DA

1.9 Conclusion

Ce chapitre a permis de mener une analyse complète de la problématique de l'installation intérieure gaz du CHU Tidjani Damerdji de Tlemcen, depuis le diagnostic de l'état existant jusqu'à l'élaboration de la solution de réhabilitation et son dimensionnement technique.

Ce chapitre a permis de présenter de manière détaillée l'étude technique de la réhabilitation de l'installation intérieure de gaz du CHU de Tlemcen. Une solution technique basée sur le renouvellement complet du réseau a été adoptée, en privilégiant les canalisations en PEHD, reconnues pour leur résistance à la corrosion, leur durabilité et leur facilité de mise en œuvre.

Le dimensionnement du réseau a été réalisé en respectant les critères techniques en vigueur – notamment la limitation des pertes de charge et la garantie d'une pression minimale au point le plus défavorisé. Les différentes étapes de calcul ont permis de déterminer les débits, les diamètres optimaux ainsi que les pressions aux différents nœuds du réseau.

L'étude financière a abouti à un devis estimatif global de 15 450 742,08 DA TTC, validant la faisabilité économique du projet. Ce chapitre constitue ainsi le socle technique et décisionnel sur lequel repose la réalisation du marché de renouvellement du réseau gaz du CHU Tlemcen, dont les travaux ont été confiés à la Société DIVINDUS SERUB MASCARA dans le cadre du Marché N° 09/2025.

Chapitre IV

Réhabilitation et mise en service de
l'installation intérieure gaz du CHU de
Tlemcen

1 Introduction

La distribution de gaz naturel au sein d'un établissement hospitalier constitue un enjeu technique et sécuritaire de premier ordre. Le Centre Hospitalo-Universitaire (CHU) de Tlemcen, dont le réseau intérieur gaz accuse un vieillissement avancé, a fait l'objet d'une opération de réhabilitation complète afin de garantir la continuité et la sécurité de l'alimentation en gaz de ses différents services.

Ce chapitre présente l'ensemble du processus de réalisation du nouveau réseau, depuis la définition des rôles et responsabilités des différents intervenants jusqu'à la mise en service officielle de l'ouvrage. Seront successivement abordés : le tracé du nouveau réseau, les conditions de pose des canalisations, les étapes de réalisation, les contrôles et essais réglementaires, ainsi que les documents techniques et administratifs requis pour la réception et l'archivage des travaux.

2 Rôles et responsabilités des intervenants

2.1 Maître d'ouvrage

Représenté par le Directeur de l'établissement. Il contracte les travaux à une ou plusieurs entreprises.

2.2 Maître d'œuvre

Assuré par la structure qui fait le suivi des travaux, subdélégué au bureau d'étude :

Mr KADA Mohammed Samir.

2.3 Entreprise de réalisation

Chargée d'exécuter les travaux conformément au dossier technique. L'entreprise retenue est DIVINDUS SERUB MASCARA (Marché N° 09/2025 – TTC : 13 188 770 DA – délai : 2 mois à compter du 15/10/2025).

3 Tracé du nouveau réseau proposé

Le tracé doit être aussi rectiligne que possible. Les changements de direction sont obtenus par l'utilisation de coudes ou par cintrage des tubes. Le nouveau tracé doit respecter [6] :

- La réduction maximale des longueurs.
- L'accessibilité pour maintenance.
- L'éloignement des sources de chaleur.

- Le respect des distances de sécurité.

4 Profondeur de pose

La profondeur minimale d'enfouissement des canalisations sera au moins égale à 0,80 m sous chaussée et 0,70 m sous trottoir. Cette distance est mesurée entre la génératrice supérieure du tube et la surface définitive du sol.

5 Largeur de la fouille :

Largeur de la fouille dépend directement au diamètre

Tableau IV.1 : Dimensions des fouilles :

Calibre – Diamètre (mm)	Largeur de la fouille (cm)
50	30
80–100	40
150	45
200	50
250	60
300	65

6 Étapes de réalisation du réseau

6.1 Étape 1 – Implantation et piquetage

Consiste à matérialiser sur le terrain le tracé du réseau de gaz, l'emplacement des canalisations, chambres à vanne, branchements et coffrets. Assure la conformité des travaux avec les plans d'exécution



Figure IV.1 : Tracé proposé du nouveau réseau de gaz



Figure IV.2 : ouverture de tronché

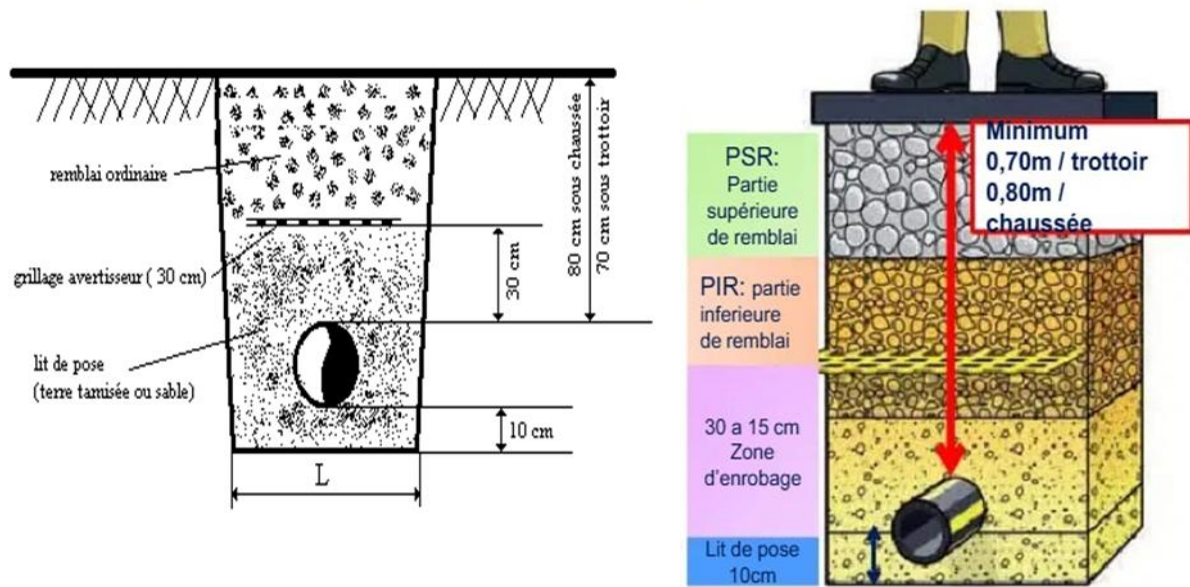


Figure IV.3 : Dimensions normalisées de la tranchée

6.2 Étape 2 – Travaux de terrassement

Creuser les tranchées selon les profondeurs réglementaires (0,70 m à 0,80 m) en respectant les règles de sécurité et la présence des autres réseaux enterrés.



Figure IV.4 : Travaux de terrassement de la tranchée

6.3 Étape 3 – Préparation du lit de pose

Un lit de sable est mis en place au fond de la tranchée afin d'assurer la stabilité des conduites et de les protéger contre les agressions mécaniques.



Figure IV.5 : Réalisation du lit de pose en sable

6.4 Étape 4 – Pose des canalisations

Les tubes en polyéthylène (PE) sont déroulés et posés dans la tranchée en respectant les règles de tracé et les distances de sécurité vis-à-vis des autres ouvrages.



Figure IV.6 : Pose des canalisations en PEHD

6.5 Étape 5 – Assemblage et soudage

Les différentes sections sont assemblées par soudage (électro-fusion ou bout à bout) pour assurer l'étanchéité parfaite du réseau et sa continuité mécanique.



Figure IV.7 : Assemblage par électrofusion



Figure IV.8 : Opération de soudage des conduites

6.6 Étape 6 – Réalisation des branchements

Les branchements relient la conduite principale aux coffrets de près-détente. Ils doivent être rectilignes et généralement perpendiculaires à la conduite principale.



Figure IV.9 : Réalisation des branchements

6.7 Étape 7 – Enrobage et remblaiement

Une couche de sable est placée autour des canalisations, suivie de la pose d'un grillage avertisseur jaune à environ 30 cm au-dessus. La tranchée est ensuite remblayée par couches successives compactées.



Figure IV.10 : Enrobage des canalisations



Figure IV.11 : Remblaiement et pose du grillage avertisseur

7 Contrôles et essais

Quelle que soit la canalisation ou tuyauterie posée, son étanchéité doit être vérifiée après sa pose et avant sa mise en service. Les essais comportent :

- Le contrôle d'ensemble des soudures avant réfection des revêtements et descente en fouille.
- Un essai de résistance mécanique de l'ensemble de la conduite après descente en fouille.
- Un essai général d'étanchéité avant la mise en service de l'ouvrage.

Les appareils de mesure utilisés, fournis par l'entrepreneur, doivent être sensibles et parfaitement fidèles ; ils doivent permettre la lecture :

- du 1/10 de degré pour les thermomètres à mercure .



Figure IV.12 : Contrôle par thermomètres à mercure

- du mbar pour les baromètres (ou du mm de mercure).
- du mm de mercure pour les manomètres à mercure en forme de U de 1 mètre [6].



Figure IV.13 : Manomètres à mercure

- du 1/20 de bar pour les manomètres métalliques destinés aux essais à l'air.



Figure IV.14 : Manomètres

7.1 Contrôle des soudures :

En cours de chantier, le distributeur effectue des contrôles portant sur le mode opératoire de soudage et la qualité des soudeurs. Le contrôle est réalisé sous une pression de 6 bars ; les soudures subissent un examen visuel et sont vérifiées à l'aide d'un produit moussant.

7.2 Essai de résistance (pression au choc) :

Canalisations enterrées : $P_{\text{essai}} = 1,5 \times P_{\text{MPB}} = 1,5 \times 4 \text{ bar} = 6 \text{ bar}$

Durée : 4 heures

Canalisations aériennes : $P_{\text{essai}} = 1,5 \times P_{\text{service}} = 1,5 \times 300 \text{ mbar} = 450 \text{ mbar}$

Durée : 4 heures



Figure IV.15 : Procès-verbal d'essai résistance

7.3 Essai d'étanchéité :

Canalisations enterrées : $P_{\text{essai}} = 1 \text{ bar}$

Durée : 196 heures (8,17 jours)

Canalisations aériennes : $P_{\text{essai}} = 450 \text{ mbar}$ + vérification à l'eau savonneuse

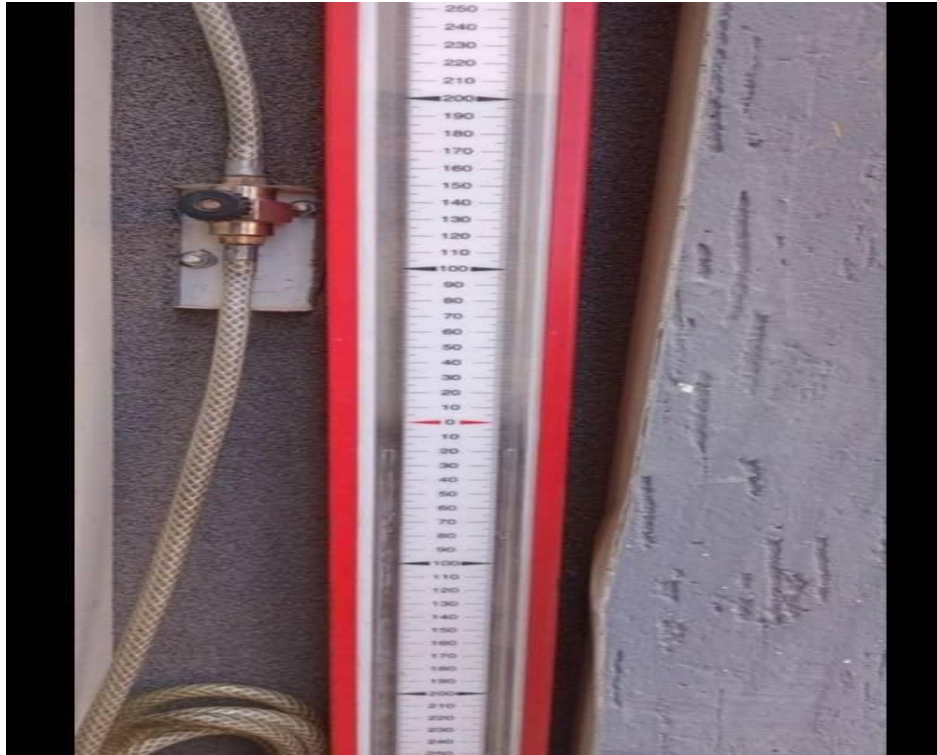


Figure IV.16 : Procès-verbal d'essai d'étanchéité

8 Modèle de PV d'essais

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI D'ÉTANCHÉITÉ

République Algérienne Démocratique et Populaire – Ministère de la Santé

Centre Hospitalo-Universitaire Tlemcen – Direction des Moyens Matériels

Marché N° 09/2025 – Entreprise : DIVINDUS SERUB MASCARA

Tableau IV.2 : Caractéristiques techniques des conduites soumises aux essais

Nature	Longueur (m)	Diamètre	Assemblage
PE	170	250	Electrofusion
PE	778	200	Electrofusion
PE	580	125	Electrofusion
PE	700	63	Electrofusion

Nature	Longueur (m)	Diamètre	Assemblage
PE	120	40	Electrofusion

Tableau IV.3 : Résultats des essais de contrôle, de résistance mécanique et d'étanchéité

Essai	Date	Pression / Fluide	Résultat
Contrôle soudures	27/04/2026	6 bars – air + eau savonneuse	CONCLUANT
Résistance mécanique	27/04/2026	6 bars – air	CONCLUANT
Étanchéité générale	28/04 → 04/05/2026	1 bar – air – 196 h	CONCLUANT

Essai d'étanchéité : $P_1 = P_2 = 1\,483\text{ mm Hg abs.}$

$T_1 = T_2 = 10^\circ\text{C}$

ΔP corrigé = 0,00 mm Hg.

La perte étant inférieure à 10 mm Hg, l'essai est estimé satisfaisant.

9 Purge et mise en service

Après validation de tous les essais, une purge est effectuée afin d'éliminer l'air contenu dans les canalisations et permettre l'introduction du gaz naturel en toute sécurité.

La mise en service se déroule selon les étapes suivantes :

1. Arrêt sécurisé de l'alimentation.
2. Purge du tronçon de raccordement de l'ancien réseau.
3. Raccordement du nouveau réseau par soudage.
4. Basculement de tous les appareils sur la nouvelle installation.
5. Dépose de l'ancien réseau.

Ensuite, on procède à l'ouverture progressive des organes de coupure (vannes), permettant la mise en pression du réseau de manière contrôlée. Une vérification finale des points sensibles (raccordements, soudures, branchements) est effectuée à l'aide de produits détecteurs. Après confirmation de l'absence d'anomalies, l'installation est déclarée apte à l'exploitation.

10 Dossier technique et archivage

La construction d'un ouvrage doit se faire à partir d'un dossier technique regroupant l'ensemble des documents et plans nécessaires à l'exécution, conformément au guide pratique de la cartographie gaz.

10.1 Documents constitutifs

1. Carnet de chantier

Regroupe l'ensemble des renseignements technico-administratifs qui retracent la vie d'un chantier de travaux ainsi que la représentation détaillée des différents points spéciaux de l'ouvrage.

2. Plan conforme à exécution (1/500)

Établi à chaque fois qu'il y a pose de canalisation. Comporte toutes les indications sur les organes de coupure, la nature, le diamètre, la profondeur de pose, les organes de protection cathodique et l'année de pose.

3. Plan général (1/2000 ou 1/5000)

Comporte le tracé, le nom des voies canalisées et les ouvrages annexes tels que vannes, postes de détente, etc.

4. Plan squelette

Au 1/2000 ou 1/5000 pour les réseaux de moins de 100 km. Comporte le tracé du réseau, le type, les diamètres de conduites et l'emplacement des organes annexes.

5. Plan de détail (1/200 ou 1/500)

Indique le profil en plan et en long avec la position exacte de la canalisation par rapport à des points repères invariables dans le temps.

10.2 Traçabilité

La traçabilité permet de suivre les informations concernant un élément du réseau en PE par mémorisation systématique en banque de données : paramètres de soudage, qualification du soudeur, caractérisation géographique du chantier.

Elle permet la disponibilité immédiate des données en cas d'avaries, et la prise en compte du vieillissement potentiel du réseau pour fixer les priorités de renouvellement. La sécurité est l'exigence la plus essentielle.

11 Mise en service du réseau

1. Entreprise de réalisation

L'entreprise doit assister obligatoirement aux essais, procéder à la visite technique et établir une attestation d'achèvement d'ouvrage. Ce document met fin à sa responsabilité.

2. Chef d'exploitation

Responsable chargé de gérer l'ouvrage. Sa responsabilité est matérialisée par un avis de remise d'ouvrage établi dès que les travaux sont réalisés conformément aux instructions du maître d'œuvre.

12 Documents officiels de transfert de responsabilité

ATTESTATION D'ACHÈVEMENT DES TRAVAUX

Marché N° 09/2025 – Avis d'appel national ouvert N° 10/2024

L'entreprise DIVINDUS SERUB MASCARA représentée par Merabet Abdelkader Fethi certifie que les travaux de renouvellement du réseau d'installation intérieure gaz du CHU de Tlemcen sont réalisés conformément aux règles de l'art, complètement achevés, sans réserves (RAS).

AVIS DE REMISE D'OUVRAGE

Bureau d'étude : KADA Mohammed Samir. Ce document est établi immédiatement après réception de l'attestation d'achèvement des travaux. Dès cet instant, l'ouvrage est sous la responsabilité entière de l'exploitant.

13 Conclusion

Ce chapitre a présenté l'ensemble du processus de réalisation du nouveau réseau de gaz intérieur du CHU de Tlemcen, depuis la définition des intervenants et de leurs responsabilités jusqu'à la mise en service de l'ouvrage. Les différentes étapes de réalisation ont été détaillées,

Ainsi, l'ensemble des opérations réalisées confirme que la réhabilitation du réseau intérieur de gaz du CHU de Tlemcen a été conduite conformément aux normes techniques et réglementaires en vigueur, garantissant la sécurité, la fiabilité et la pérennité de l'installation.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Au terme de cette étude consacrée à la réhabilitation de l'installation intérieure gaz du Centre Hospitalo-Universitaire de Tlemcen, il ressort que les réseaux de distribution du gaz naturel constituent des infrastructures essentielles nécessitant une attention particulière en matière de conception, de maintenance et de sécurité, notamment lorsqu'ils alimentent des établissements sensibles tels que les structures hospitalières.

L'analyse théorique menée dans les premiers chapitres a permis de présenter les caractéristiques fondamentales du gaz naturel, les principes de fonctionnement des installations intérieures gaz ainsi que les exigences techniques et réglementaires encadrant leur réalisation. Cette étude a également mis en évidence l'importance du respect des normes de sécurité dans la conception et l'exploitation de ces installations afin de prévenir tout risque lié à la manipulation du gaz naturel.

L'étude approfondie du phénomène de corrosion a démontré que celui-ci constitue l'un des principaux facteurs de dégradation des ouvrages métalliques utilisés dans les réseaux de distribution gaz. Les différents mécanismes de corrosion ainsi que leurs impacts sur l'intégrité mécanique des conduites ont permis de mieux comprendre les causes de détérioration affectant les installations anciennes et de souligner l'importance des méthodes de protection anticorrosion dans la prolongation de la durée de vie des ouvrages.

L'analyse du cas pratique du CHU de Tlemcen a permis de constater que l'installation intérieure gaz existante présente un état de vétusté avancé caractérisé par une dégradation importante de plusieurs tronçons du réseau, principalement causée par la corrosion, le vieillissement naturel des matériaux ainsi que l'insuffisance des opérations de maintenance préventive. Les anomalies observées représentent des risques significatifs pour la sécurité des usagers, la continuité du service et le bon fonctionnement global de l'établissement.

Face à cette situation, une solution technique de réhabilitation a été proposée, reposant sur le remplacement total du réseau, le redimensionnement des conduites, la mise en conformité de l'installation avec les normes techniques en vigueur. Cette solution vise à restaurer la fiabilité, la sécurité et la durabilité de l'installation tout en garantissant une meilleure performance opérationnelle.

Par ailleurs, l'étude économique réalisée a démontré que malgré l'investissement initial nécessaire à la mise en œuvre du projet de réhabilitation, cette opération demeure

économiquement rentable sur le long terme compte tenu des économies générées par la réduction des coûts de maintenance, la suppression des réparations répétitives et la diminution des risques d'accidents et d'interruption de service.

En conclusion, la réhabilitation de l'installation intérieure gaz du CHU de Tlemcen apparaît comme une nécessité technique, sécuritaire et économique incontournable. Elle représente une démarche essentielle pour assurer la continuité et la sécurité de l'alimentation en gaz au sein de l'établissement hospitalier, tout en contribuant à la pérennisation de ses infrastructures énergétiques.

Enfin, ce travail pourrait être complété dans le futur par des études plus approfondies portant sur l'intégration de systèmes de surveillance intelligente, de détection automatique des fuites et de maintenance prédictive, dans le but d'optimiser davantage la gestion et la sécurité des réseaux de distribution gaz au sein des établissements publics.

Bibliographie

- [1] GACEM MOHAMMED EL AMINE, « Etude de dimensionnement et techniques de réalisation d'un réseau de distribution de gaz de HAMMAM BOUGHRARA », mémoire de master : Hydraulique Urbaine, Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen, 2023.
- [2] NAOUIHA FAYCEL et ALIAT BOUBBAKER, « Optimisation des paramètres de fonctionnement de la colonne dééthaniseur » Mémoire de master : génie pétrochimique, Université Kasdi-Merbah Ouargla, 2022.
- [3] LAOUAR MOHAMED AMINE, «Caractérisation du gaz naturel utilisé dans les réseaux de distribution. », Mémoire de master : Génie des procédés, Université de Ghardaïa, 2016.
- [4] MAMMAR DJEMAI et BELAROUSSI MAROUAN, « Gaz naturel dans le secteur des transports : un vecteur de transition. », mémoire de master : Energétique , université KASDI MERBAH Ouargla, 2022
- [5] Fonds de formation professionnelle de la construction (FFC), Module 7 : Installations au gaz, Volume 1 : Canalisations de gaz naturel, *Bruxelles : FFC, 2012.*
- [6] Société nationale de l'électricité et du gaz (Sonelgaz). Guide technique de la distribution du gaz par canalisations. Alger : Sonelgaz, 2014
- [7] CHERIFI IMAD EDDINE CHERIF et SIDHOUM HOUD « Rapport de stage pratique au niveau de SONELGAZ DISTRIBUTION», Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen, 2024
- [8] BACHIRI NARIMANE et CHERAFT THIHINANE, « L'optimisation du déploiement d'un RCSF au niveau du parc de stockage des hydrocarbures de la région RTC/Bejaia Cas : Entreprise SONATRACH. », mémoire de master, Electronique, université A. MIRA-BEJAIA, 2020.
- [9] ALEM OUASSILA ,« Entreprise publique et missions de service public en Algérie à travers l'étude de la performance globale du groupe SONELGAZ», mémoire de master, économiques, université MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU, 2015.

- [10] TOUDJI KHIEREDINE et IKHLEF HAKIM, « étude de développement d'un réseau de distribution de gaz naturel application a la ville d'azazga », mémoire de master, énergétique, université MOULOUD MAMMERI, TIZI-OUZOU, 2014.
- [11] Uhlig, Herbert H. Uhlig's Corrosion Handbook. New York : John Wiley & Sons, 1948. Consulté le; 29 /04 /2026.
- [12] MEDJOUDJA RIMA RAYANE, « Protection cathodique pour une conduite de gaz en Acier», mémoire de master : Génie chimique, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2024.
- [13] DEBABI KHALED et KHELAIFA ZOUHAIR, « étude de dimensionnement des installations pétroliers par protection cathodique», mémoire de master, hydrocarbures, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2022.
- [14] BAKHADRA NOUAR et LALMI RACHID, « La protection Cathodique par courant imposé », mémoire de master, Hygiène et Sécurité Industrielle, Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, 2020.
- [15] MARIF ABDELHAKIM, « Etude sur la méthode de maintenance par protection cathodique - Cas de la ligne de pipeline GZ1 40», mémoire de master, Génie Mécanique, Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen , 2014.
- [16] SAIDI TAHA ABDELBASSET, « Etude de la corrosion des pipelines», mémoire de maser, génie mécanique, Université Aboubakr Belkaïd, Tlemcen, 2022.
- [17] Centre Hospitalo-Universitaire Dr Tidjani Damerdji de Tlemcen. Guide technique du CHU de Tlemcen [en ligne]. Tlemcen : CHU de Tlemcen, s.d.

Annexe

Annexe1

1. Objet de l'arrêté

- Approuve un **règlement technique et de sécurité** pour la distribution publique du gaz.
- Ce règlement fixe :
 - les **conditions techniques**
 - les **mesures de sécurité** pour les ouvrages gaziers.

2. Champ d'application

- S'applique à **tous les ouvrages de distribution publique de gaz** :
 - canalisations
 - stations de stockage et compression
 - réseaux de distribution
- Concerne :
 - **haute pression (> 17 bar)**
 - **moyenne et basse pression (≤ 17 bar)**

3. Obligation réglementaire

- Le règlement est **obligatoire** pour :
 - tous les projets publics et privés
 - tous les travaux liés à la distribution du gaz

4. Classification des pressions

- **Basse pression** : $< 0,05$ bar
- **Moyenne pression A** : $0,05 \rightarrow 0,4$ bar
- **Moyenne pression B** : $0,4 \rightarrow 4$ bar
- **Moyenne pression C** : $4 \rightarrow 16$ bar
- **Haute pression** : > 17 bar

5. Règles sur les matériaux

- Matériaux autorisés :
 - acier, fonte, cuivre, polyéthylène , Doivent :
 - être **conformes aux normes**
 - résister à la pression et au gaz
- Contrôle obligatoire en usine.

6. Pose des canalisations

- a. Profondeur minimale : **0,80 m (0,70 m sous trottoir)**
- b. Distances de sécurité : 0,20 m en croisement, 0,40 à 0,60 m en parallèle
- c. Précautions :
 - éviter interférences avec autres réseaux
 - protections mécaniques si nécessaire

7. Sécurité et construction

- Installation obligatoire de :
 - dispositifs de limitation de pression
 - systèmes de sécurité (clapets, soupapes)
- Protection contre corrosion :
 - revêtement + protection cathodique
- Signalisation des canalisations enterrées

8. Odorisation du gaz

- Le gaz doit être **odorisé** pour détecter les fuites.
- L'odeur :
 - doit disparaître à la combustion
 - ne doit pas être dangereuse

9. Essais et contrôle

Avant mise en service :

- Tests obligatoires :
 - **étanchéité**
 - **résistance**
 - **contrôle des soudures**
- Différents essais selon le niveau de pression.

10. Exploitation et maintenance

- Obligations du distributeur :
 - tenir des **plans détaillés des réseaux**
 - surveiller la **corrosion**
 - contrôler régulièrement les installations
- Toute modification → **nouveaux tests obligatoires**

11. Gestion des risques

- En cas d'incident :
 - informer immédiatement les autorités

- En cas de danger :
 - réduction de pression possible
- Respect des plans d'urgence (type ORSEC)

12. Installations intérieures

- Doivent être :
 - conformes aux normes
 - vérifiées avant mise en service

13. Dispositions administratives

- Application obligatoire **à partir de sa publication (1999)**.
- Les ministères concernés assurent l'exécution.

Résumé global très court

Cet arrêté impose :

- des **normes strictes de sécurité**
- des **règles techniques précises**
- un **contrôle rigoureux** pour garantir une **distribution du gaz sûre et fiable**



الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز - التوزيع
Société algérienne de l'électricité et du gaz - Distribution

Direction Générale

Direction Centrale Technique Gaz

N° 2017
N° 31 / Année 2026

Alger, le : 05 Fev. 2026

A Messieurs,

Les Directeurs Généraux Adjoints

Objet : A/S des incidents gaz dans les établissements publics.

Faisant suite à la survenance d'un incident gaz au niveau de l'hôpital Errazi, dans la wilaya d'Annaba, consécutif à une fuite sur une installation intérieure, nous vous demandons d'instruire les Directions de distribution relevant de chacun de vos pôles afin d'inviter tout établissement public, notamment hospitaliers et universitaires, disposant d'installations intérieures de gaz en acier ou en cuivre, non dotées de protections actives ou passives appropriées, à procéder à la vérification de ces installations.

Cette démarche vise à sensibiliser lesdits établissements aux risques liés à l'utilisation du gaz, ainsi qu'à l'impérieuse nécessité d'assurer la vérification périodique et l'entretien régulier des installations intérieures relevant de leur responsabilité, d'autant plus qu'ils accueillent et brassent des masses importantes de population.

Cette action s'inscrit, par ailleurs, dans un objectif primordial de prévention des incidents et de préservation des vies humaines, en contribuant à la réduction des risques d'accidents susceptibles d'engendrer des conséquences graves sur la sécurité des personnes et des biens.

Veuillez agréer nos meilleures salutations.

Le Directeur Général

D. REBBoud


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE LA SANTE

Centre Hospitalo-universitaire
Docteur Tidjani Damerdj
Tlemcen
Direction Générale
N° 318 /CHUT /DG/2024



Tlemcen le 03 JUL 2024

Monsieur le directeur général
De sonelgaz
De la Wilaya de Tlemcen

Objet : A/S renouvellement de la ligne intérieur du gaz du CHU Tlemcen
Réf : N/E N°5455/24 du 03 juillet 2024.

Monsieur,

Suite à votre envoi cité en référence, nous avons l'honneur de vous solliciter pour que Sonelgaz prend en charge les travaux de renouvellement de la ligne intérieur du gaz du CHU Tlemcen en polyéthylène – PEHD vu l'urgence et ceci pour éviter les délais nécessaire pour l'élaboration du cahier des charges et le lancement de l'appel d'offre.
Nous vous informons aussi quel le CHU Tlemcen prendra en charge le volet financier dans le cadre du budget 2024.

Comptant sur votre collaboration veuillez recevoir monsieur le directeur l'expression de mon profond respect.

LE DIRECTEUR GENERAL

Copie transmise : DSP/Tlemcen



الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز - التوزيع

Société algérienne de l'électricité et du gaz - Distribution

سونلغاز



sonelgaz

مديرية التوزيع تلمسان

المركز الإقليمي الجامعي
الطريق 1 - قنطرة - تلمسان

وصول

رقم

03 JUL 2024

إلى السيد مدير المستشفى الجامعي تلمسان

2938

تاريخ

03 JUL 2024

الموضوع: ف/ي حالة الشبكة الداخلية للغاز الطبيعي الممونة للمستشفى الجامعي تلمسان

سيدي:

على إثر تلقينا بلاغ يوم 2024/07/02 من طرف مصالح مفاده وجود تسرب للغاز الطبيعي على مستوى الشبكة الداخلية تنقل أحوالنا التابعين للمصلح التقنية للغاز تلمسان إلى صين المكان حيث وبعد المعالجة وباستعمال جهاز تحديد تسربات الغاز الطبيعي تم تحديد التسرب المحتمل بالقرب من المحل التقني الذي يحتوي على أجهزة التدفئة المركزية وأشغال الحفر جارية من أجل الوصول والتحقق من هذا التسرب مع قطع التزويد بالغاز الطبيعي على المستشفى عملا بمبدأ الأمن والسلامة.

كما نعلمكم سيدي أن هذه الشبكة قد دخلت حيز الخدمة في بداية الثمانينات وهي ملجزة بقلوات فولاذية والتي تتطلب نظام حماية كاثودية دائم (حماية الفولاذ من التآكل) إلا أنه لاحظنا عدم وجود هذا النظام الضروري في مثل هذا الشبكات وبالتالي قد تكون هناك تسربات أخرى بفعل تآكل الفولاذ مما أصبح تجديد الشبكة الداخلية للغاز وإنجازها بقلوات بلاستيكية (polyéthylène-PEHD) التي لا تحتاج إلى نظام حماية أمر حتمي وضروري لتجنب أي حادث وعليه ندعوكم لمباشرة إجراءات أشغال تجديد هذه الشبكة بصفة استعجالية.

كما نشير التباهكم أن مكتب الهندسة تلمسان كان مكلف بإعداد دراسة لتجديد هذه الشبكة سنة 2019. نبقى في الخدمة، تقبلوا منا سيدي فائق التقدير والاحترام.

مدير التوزيع



03 JUL 2024

نسخة إلى:

- ولاية تلمسان - الأمانة العامة
- ولاية تلمسان - الديوان
- مديرية الصحة لولاية تلمسان
- رئيس دائرة تلمسان
- مديرية الطاقة لولاية تلمسان
- مصلحة تقنية الغاز تلمسان
- للحفظ

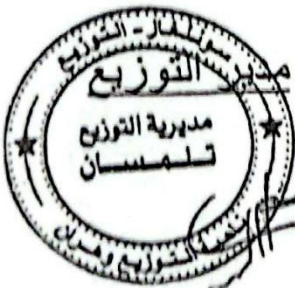
سونلغاز - توزيع - شركة ذات مسؤولية اجتماعية - رأس مال اجتماعي 84 000 000 000 دج
الجهة التي يديرها: مديرية تلمسان / رقم 06 ب 0805455 - 13/07
الطريق 18 في حي الجامعة تلمسان / الهاتف 2 14 72
الطريق 18 في حي الجامعة تلمسان / الهاتف 2 14 72

مع تقنيات الغاز

إلى السيد
مدير المستشفى الجامعي تلمسان

سیدی:

وتفضلوا بقبول فائق الاحترام والتقدير.



02 JUN 2025



11-3-JUIN 2025

٧
الرقم..... تاريخ الوصول.....
٩٣ جون ١٩٥٨
المندوب العام للمكتب الوطني للتعليم العالي والبحث العلمي

نسخة الى :

- ولاية تلمسان - النديوان
- مديرية الصحة لولاية تلمسان
- مديرية الطاقة لولاية تلمسان
- رئيس دائرة تلمسان
- مقسمة الغاز تلمسان
- الحفظ

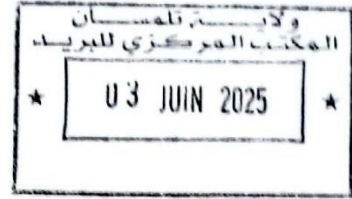
مؤلفه حقوق شركة ذات اسهم، واسمها الاجتماعي 64 000 000 000 دج
ناحية التوزيع ومهران مديرية / امتياز للمساند رقم 06 ب 0805455 - 13/67



37321/21

02 JUN 2025

السيد والي ولاية تلمسان - الديوان-



الموضوع: طلب تدخل من أجل واقعة تسرب الغاز على مستوى الشبكة الداخلية بالمستشفى الجامعي تلمسان-
المرفقات: الإرسالية رقم 25/3718 المؤرخة في 2025/06/02 الموجهة إلى السيد مدير المستشفى الجامعي تلمسان.

سيدي الوالي،

يؤسفنا ان نعلم سيادتكم ان مديرية التوزيع تلمسان قد تلقت بتاريخ 2025/05/31 بلاغا من المستشفى الجامعي تلمسان مضمونه وجود تسربا للغاز على مستوى الشبكة الداخلية للمستشفى، و على اثره توجهت فرقنا المناوبة على جناح السرعة و فور وصولها الى عين المكان تبين لنا أن أحوان المستشفى قد قاموا بقطع التموين بالغاز عن المستشفى وذلك بغلق الصمام الرئيسي الداخلي لمركز ضغط الغاز، على أن يقوم المقاول المناول للمستشفى بالتدخل من أجل إصلاح هذا التسرب و الاتصال بمصالحنا بعد إنجاز الأشغال لإعادة تموين المستشفى بالغاز الطبيعي بواسطة أحوالنا التتليين دون سواهم، إلا أن أحوان المستشفى قاموا بإعادة فتح صمام الغاز دون حضور أعواننا و التأكد من سلامة الأشغال المنجزة و هو ما يشكل خطرا على سلامة الأشخاص و الممتلكات.

تجدر الإشارة سيدي الوالي أن شبكة الغاز الداخلية للمستشفى الجامعي سجلت عدة تسربات تم تصليحها عدة مرات منذ 2019 إذ ان هذه الشبكة لم تعد صالحة للخدمة، و قد تمت مراسلة المستشفى الجامعي عدة مرات من أجل الإسراع في عملية تجديد الشبكة و رغم تعيين المقاول المكلف بإعادة تجديد الشبكة من قبل المستشفى حصص تصريحا الا ان الأشغال لم تنطلق إلى تاريخ اليوم مع تسجيل تسربات غازية في كل مرة.

و عليه و مادامت شبكة توزيع الغاز الداخلية لهذه المؤسسة صارت مهترئة و تشكل خطرا محدقا على سلامة الأشخاص و الممتلكات في أماكن تشهد استقبالا واسعا للمواطنين و لا تلبى معايير السلامة و الأمن ، فإن الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز توزيع تلمسان تطلب موافقتكم من أجل غلق الصمام الخارجي لمركز التزويد بالغاز الطبيعي بصفة جذ مستعجلة و تلتزم تدخلكم لدى هذه المؤسسة من أجل الحرص على إعادة تأهيل الشبكة الداخلية للمستشفى، وتعلم سيادتكم ان المديرية تضع أعوانها في الخدمة لمراقبة عملية تجديد الشبكة الداخلية.

نشكركم على تفهمكم لحرصنا على ضمان أمن وسلامة الأشخاص والمنشآت، ونبقى في خدمتكم لأي توضيحات إضافية.

وتفضلوا سيدي بقبول فائق الاحترام والتقدير.

مدير التوزيع



02 JUN 2025

سونلغاز-توزيع شركة ذات اسهم، رأس مالها 64 000 000 000 دج
ناحية التوزيع وهران - مديرية / امتياز تلمسان رقم 06-13/67 - 0805455

الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز - التوزيع
Société algérienne de l'électricité et du gaz - Distribution



رقم 1531/26
رقم

لإمسية التوزيع وهران
مديرية التوزيع تلمسان

قسم تقنيات الغاز

إلى السيدة
مديرة المؤسسة الاستشفائية المختصة في
طب النساء والتوليد - طب الأطفال وجراحة الأطفال
- مستشفى الأم والطفل - تلمسان

الموضوع: تذكير بخصوص ربط شبكة الغاز الداخلية على مستوى المؤسسة الاستشفائية المختصة في طب النساء والتوليد الأطفال وجراحة الأطفال - مستشفى الأم والطفل - تلمسان

مديرية الصحة والسكان ولاية تلمسان

تاريخ الوصول: 7 أفريل 2026

سيدتي:

في إطار متابعتنا التقنية المستمرة، يشرفنا أن نذكركم بأن الشبكة الداخلية للغاز الخاصة بمؤسستكم لا تزال إلى يومنا هذا مرتبطة بالشبكة الداخلية للمستشفى الجامعي بتلمسان، حيث يتم تموينكم بالغاز الطبيعي انطلاقاً من مركز الضغط التابع له.

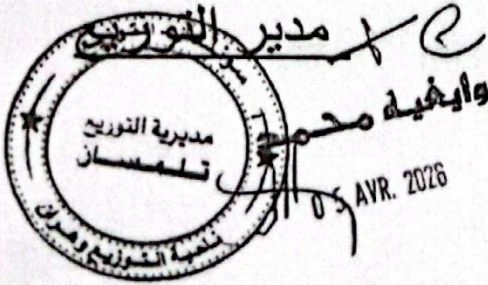
كما نعلمكم أن المستشفى الجامعي قد شرع في أشغال تجديد الشبكة الداخلية للغاز، دون الأخذ بعين الاعتبار الربط الخاص بمؤسستكم.

كما نحيطكم علماً أنه تم تقديم دراسة تخص استقلالية شبكتكم الداخلية للغاز إلى مصالحنا التقنية، وقد قمنا بدراستها وإبداء رأينا بشأنها مع تقديم الموافقة التقنية اللازمة، غير أنه إلى حد الساعة لم يتم مباشرة في الأشغال.

وفي هذا الإطار، نؤكد على ضرورة اتخاذ الإجراءات اللازمة في أقرب الأجل لضمان استقلالية الشبكة وضمان تزويدكم بالغاز في حالة التخلي عن الشبكة الداخلية القديمة للمستشفى الجامعي.

وفي الأخير، تبقى مصالحنا التقنية تحت تصرفكم لأي توضيح أو معلومة إضافية.

وتفضلوا، السيدة المديرة بقبول عبارات التقدير والاحترام



- نسخة إلى:
- مديرية الصحة لولاية تلمسان
 - مدير المستشفى الجامعي - تلمسان
 - مقاطعة الغاز - تلمسان
 - للحفظ



شركة توزيع شركة ذات أسهم، رأسمالها الاجتماعي 64 000 000 000 دج
10108492 - 01/13 - مديرية / امتياز التوزيع تلمسان رقم
040 99 52 24 - الفاكس: 040 99 51 68 / 040 99 53 51 - الهاتف: 040 99 52 24
النوع: 18 - رقم الإيماءة تلمسان / الهاتف: 040 99 52 24 - الفاكس: 040 99 51 68
شركة مجمع سونلغاز

الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز - 1
Igérienne de l'électricité et du gaz - Distribution



نساحية التوزيع وهران
مديرية التوزيع تلمسان

قسم تقنيات الغاز

إلى السيد مدير
المستشفى الجامعي تلمسان

17 02 2026

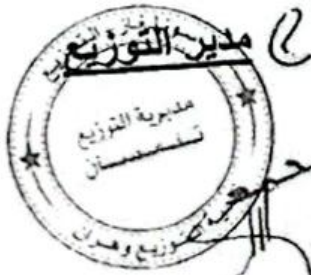
الموضوع: تنكير بخصوص تجديد الشبكة الداخلية للغاز على مستوى المستشفى الجامعي تلمسان

سيدي:

على إثر الحادث الذي سجل بمستشفى الرازي بمدينة عنابة والذي كان سببه تسرب الغاز على مستوى الشبكة الداخلية نرجو منكم التدخل للإسراع في عملية تجديد الشبكة الداخلية ووضع الشبكة الجديدة حيز الخدمة لتجنب حادث مماثل علماً أن الشبكة الداخلية الحالية منجزة بأنابيب فولادية وتفتقد لنظام الحماية من التآكل.

لمزيد من المعلومات إضافية تبقى مديرية التوزيع للكهرباء والغاز تلمسان في خدمتكم.

وتفضلوا، السيد المدير، بقبول فائق عبارات الاحترام والتقدير



دوايغية محمد

17 02 2026



نسخة إلى:
مديرية الصحة تلمسان
مديرية الطاقة
للحفظ.

سونلغاز-توزيع شركة ذات أسهم، رأس مالها الاجتماعي 64 000 000 000 دج
للمحة التوزيع وهران مديرية / امتياز تلمسان رقم 06 ب 0805455 - 13/67
العنوان: نهج 18 فبراير إمامة تلمسان / الهاتف: 043 22 14 72 - الفاكس: 043 22 14 68

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE LA SANTE

DIRECTION DES MOYENS MATERIELS

Sous-direction des infrastructures Equipements et de la Maintenance

Entreprise : DIVINDUS SERUB MASCARA Marché N° : 09/2025

Désignation de l'affaire : Renouvellement du réseau d'installation intérieure gaz Centre Hospitalo-universitaire Dr Tidjani Damerdji de Tlemcen,

Longueur du tube : .. 170.. Nature : PE.. Diamètre : .. 250.. Assemblage : Electrocuton ..

Longueur du tube : .. 778.. Nature : .. PE.. Diamètre : 200.. Assemblage : Electrocuton Longueur du

tube : .. 580.. Nature : .. PE. Diamètre : .. 125. Assemblage : Electrocuton ..

Longueur du tube : ... 700... Nature : .. PE. Diamètre : .. 63. Assemblage : .. Electrocuton ..

Longueur du tube : ... 120... Nature : .. PE. Diamètre : .. 40. Assemblage : .. Electrocuton

1 - Contrôle d'ensemble des soudures et (ou) des jonctions mécaniques

Date de l'essai : ..27/04/2026.....

Pression et
Produit

fluide d'essai : ...06 BARS AIR.....

moussant utilisé : ...EAU SAVONNEUSE.....

Constatations :CONCLUANT.....

2 - Essai de résistance mécanique Date de l'essai : 27/04/2026.....

Pression et fluide d'essai : 06 BARS AIR.....

Constatations : CONCLUANT.....

3 - Essai général d'étanchéité : Date de l'essai : du...28/04/2026.au.04/05/2026..

Pression et fluide d'essai : .. 01 BARS AIR.....

Date	Heure	Pression en mmHg			Température du sol en °C
		Atmosphérique	Manométrique	Absolue	(1)
Début28/04/26 Fin04/05/26	..9h 00....	738....	745..	P1 =1483.	t1 = 10.....
	..8h 45....	738....	745.....	P2 =1483	= 10.....
		Différence algébrique (1)– (2) :		Δp =.00	Δt = .00...
		Demi-somme $\frac{(1)+(2)}{2}$:		Pm =1483	tm = 10.
Correction de la pression moyenne (1) : $C = Pm \times \frac{\Delta t}{tm + 273}$					

Perte de la pression absolue, après correction : $\Delta p - C = 0.00..$

La perte étant inférieure à 10 mm Hg, l'essai est estimé satisfaisant.

L'ENTREPRISE

LE BUREAU D'ETUDE

LE DIRECTEUR GENERAL



الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز - Distribution
Algérienne de l'électricité et du gaz - Distribution



ساحية التوزيع وهران
مديرية التوزيع تلمسان

قسم تقنيات الغاز

إلى السيد مدير
المستشفى الجامعي تلمسان

17 0 FEV. 2026

الموضوع: تذكير بخصوص تجديد الشبكة الداخلية للغاز على مستوى المستشفى الجامعي تلمسان

سيدي:

على إثر الحادث الذي سجل بمستشفى الرازي بمدينة عنابة والذي كان سببه تسرب الغاز على مستوى الشبكة الداخلية نرجو منكم التدخل للإسراع في عملية تجديد الشبكة الداخلية ووضع الشبكة الجديدة حيز الخدمة لتجنب حادث مماثل علماً أن الشبكة الداخلية الحالية منجزة بأنابيب فولادية وتفتقد لنظام الحماية من التآكل. لمزيد من المعلومات إضافية تبقى مديرية التوزيع للكهرباء والغاز تلمسان في خدمتكم.

وتفضلوا، السيد المدير، بقبول فائق عبارات الاحترام والتقدير



دوايخية

17 0 FEV. 2026



خة إلى:

مديرية الصحة تلمسان
مديرية الطاقة
للحفظ.

DECRETS

Décret exécutif n° 10-138 du 28 Jomada El Oula 1431 correspondant au 13 mai 2010 fixant les règles techniques de conception, d'exploitation et d'entretien des réseaux de distribution de l'électricité et du gaz.

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre de l'énergie et des mines,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-3° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990, modifiée et complétée, relative à l'aménagement et à l'urbanisme ;

Vu la loi n° 01-20 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire ;

Vu la loi n° 02-01 du 22 Dhou El Kaada 1422 correspondant au 5 février 2002 relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisation, notamment son article 81 ;

Vu la loi n° 02-02 du 22 Dhou El Kaada 1422 correspondant au 5 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Jomada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003, modifiée, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Jomada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 08-15 du 17 Rajab 1429 correspondant au 20 juillet 2008 fixant les règles de mise en conformité des constructions et leur achèvement ;

Vu le décret présidentiel n° 09-128 du 2 Jomada El Oula 1430 correspondant au 27 avril 2009 portant reconduction du Premier ministre dans ses fonctions ;

Vu le décret présidentiel n° 09-129 du 2 Jomada El Oula 1430 correspondant au 27 avril 2009 portant reconduction dans leurs fonctions de membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 07-266 du 27 Chaâbane 1428 correspondant au 9 septembre 2007 fixant les attributions du ministre de l'énergie et des mines ;

Vu le décret exécutif n° 08-114 du 3 Rabie Ethani 1429 correspondant au 9 avril 2008 fixant les modalités d'attribution et de retrait des concessions de distribution de l'électricité et du gaz et le cahier des charges relatif aux droits et obligations du concessionnaire ;

Après approbation du Président de la République ;

Décrète :

Article 1er. — En application de l'article 81 de la loi n° 02-01 du 22 Dhou El Kaada 1422 correspondant au 5 février 2002 relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisation, le présent décret a pour objet de fixer les règles techniques de conception, d'exploitation et d'entretien des réseaux de distribution de l'électricité et du gaz.

CHAPITRE 1er PRINCIPES GENERAUX

Art. 2. — Au sens du présent décret, on entend par :

Branchement électricité : les conducteurs et les accessoires constituant le raccordement à la ligne électrique en amont du compteur du client.

Branchement gaz : la tuyauterie et les accessoires constituant le raccordement à la canalisation de gaz en amont du raccord de sortie du compteur du client.

Cellule : ensemble des composants d'une installation pour le raccordement destinés à assurer essentiellement les fonctions de :

- mise sous tension de l'installation de l'utilisateur du réseau au départ du réseau ;
- déclenchement et/ou enclenchement de ces installations ;
- sectionnement physique de ces installations du réseau.

Colonne montante : conduite verticale dans sa plus grande partie, raccordée au branchement d'immeuble et alimentant les différents niveaux d'un immeuble.

Comptage d'électricité : mesure de la quantité d'énergie active et/ou réactive injectée et/ou prélevée sur le réseau, par période de temps.

Comptage gaz : mesure, par période de temps, du volume brut de gaz consommé.

Condensateur : équipement électrique conçu pour produire de l'énergie réactive.

Détendeur régulateur de gaz : appareil de détente, de régulation et de sécurité du gaz distribué au client.

Energie active : l'intégrale de la puissance active sur une période de temps déterminée.

Energie réactive : l'intégrale de la puissance réactive sur une période de temps déterminée.

Installation : toute installation de raccordement au réseau, installation de l'utilisateur du réseau ou ligne directe.

Installation intérieure : circuit électrique ou tuyauterie gaz ainsi que les accessoires en aval du compteur du client.

Installation de raccordement au réseau : équipement nécessaire à la connexion des installations d'un utilisateur au réseau.

Installations de distribution : équipements destinés à la distribution d'énergie électrique qui comprennent un ou plusieurs étages de haute tension de classe A (HTA) et de haute tension de classe B (HTB).

Maintenance préventive : opération d'entretien qui s'effectue sur le réseau de la distribution, soit d'une façon systématique en fonction du temps ou selon les préconisations des constructeurs et enrichi par le retour d'expérience pendant l'exploitation du matériel, soit de façon conditionnelle basée sur le changement néfaste des paramètres de fonctionnement des équipements.

Pertes techniques électricité : la consommation d'énergie active induite par le fonctionnement et l'utilisation du réseau.

Pertes techniques gaz : la consommation de gaz induite par le fonctionnement et l'utilisation du réseau.

Plan du réseau électrique : c'est un ensemble de schémas représentatifs des ouvrages lignes et postes du réseau du distributeur.

Plan du réseau gazier : c'est un ensemble de schémas représentatifs des ouvrages canalisations, branchements et postes du réseau gaz du distributeur.

Poste de transformation : ensemble d'appareillages électriques et de bâtiments nécessaires pour la conversion et la transformation de l'énergie électrique ainsi que pour la liaison entre plusieurs circuits électriques ; cet ensemble est localisé dans un même site.

Point de livraison : point du réseau où le distributeur met tout ou partie du gaz à disposition d'un client ou d'un utilisateur.

Poste de livraison gaz : installation située à l'extrémité aval du réseau de distribution assurant principalement les fonctions de régulation, de détente et de mesurage des volumes de gaz en un point de livraison.

Pouvoir calorifique supérieur (PCS) : quantité de chaleur exprimée en thermies, qui serait dégagée par la combustion complète d'un (1) mètre cube contractuel de gaz sec dans l'air à une pression absolue constante et égale à un (1) bar, le gaz et l'air étant à une température initiale de quinze (15) degrés *Celsius*, tous les produits de la combustion étant ramenés à la température de quinze (15) degrés *Celsius*, l'eau formée pendant la combustion étant ramenée à l'état liquide et les autres produits étant à l'état gazeux.

Puissance active : la puissance électrique égale à $3 VI \cos(\phi)$ où V et I sont les valeurs efficaces des composantes fondamentales de l'onde de tension et de l'onde de courant. Cette puissance peut être transformée en d'autres formes de puissances telles que mécanique, thermique, acoustique et chimique.

Puissance réactive : la quantité égale à $3 VI \sin(\phi)$ où V et I sont les valeurs efficaces des composantes fondamentales de l'onde de tension et de l'onde de courant. L'angle ϕ traduit le décalage temporel des composantes fondamentales entre l'onde de tension et l'onde de courant.

Qualité et continuité de service : continuité et fiabilité vérifiées par des paramètres déterminés, validés par la commission de régulation et mis à jour annuellement.

Raccordement électricité : l'ensemble des installations de raccordement qui comprend le branchement et le compteur pour les clients basse tension (BT) ou le poste de livraison pour les clients de haute tension de classe A (HTA).

Raccordement gaz : l'ensemble des installations de raccordement qui comprend le branchement et le compteur pour les clients de basse pression (BP) ou le poste de livraison pour les clients de moyenne pression (MP).

Réhabilitation : rénovation et/ou remplacement de tout ou partie des installations des ouvrages de distribution afin de rétablir ou améliorer leurs performances techniques.

Registre du comptage de l'électricité : le registre tenu par le distributeur, dans lequel doivent figurer les informations relatives au comptage des énergies active et réactive et notamment : date de la relève, index initiaux et finaux, coefficient de lecture, puissance maximale appelée au cours de la période, l'identité des personnes chargées de la relève et leur émargement.

Registre du comptage du gaz : le registre tenu par le distributeur, dans lequel doivent figurer les informations relatives au comptage du gaz et notamment : date de la relève, index initiaux et finaux, coefficient de lecture, débit maximal appelé au cours de la période, l'identité des personnes chargées de la relève et leur émargement.

Réseaux de distribution :

— **réseau de distribution d'électricité :** ensemble d'ouvrages constitué de lignes aériennes, câbles souterrains, transformateurs, postes ainsi que d'annexes et auxiliaires aux fins de distribution de l'électricité.

— **réseau de distribution du gaz :** ensemble d'ouvrages constitué de canalisations, postes ainsi que d'annexes et auxiliaires aux fins de distribution du gaz.

R S E : Régime spécial d'exploitation du réseau de distribution de l'électricité.

Régime normal de fonctionnement : régime de fonctionnement des réseaux de distribution au cours duquel les caractéristiques fondamentales des réseaux de distribution restent dans les limites, dites normales, d'exploitation du réseau de distribution et de l'alimentation d'une installation.

Régime normal d'alimentation d'une installation : régime au cours duquel la tension, le courant et la fréquence pour l'électricité, la pression, le débit pour le gaz sont compris dans les limites réglementaires ou contractuelles et les éventuelles liaisons de secours sont disponibles.

Régime normal d'un réseau de distribution : régime au cours duquel :

- les utilisateurs raccordés aux réseaux de distribution ont un régime normal d'alimentation ;
- les ouvrages sont utilisés dans les limites de leur capacité nominale ;
- les critères de sûreté et de sécurité de fonctionnement sont assurés.

Régime perturbé : régime de fonctionnement au cours duquel certaines caractéristiques fondamentales sortent du fait des réseaux de distribution pour des durées limitées des valeurs ou états fixés pour le régime normal.

Sectionneur d'isolement : organe de coupure qui fixe la limite physique entre le réseau de distribution et les installations des distributeurs.

Sectionneur tête de ligne : organe de coupure qui fixe la limite physique entre le réseau de distribution et les installations des producteurs.

Transformateur de puissance : appareil composé essentiellement d'au moins deux enroulements et assurant la transformation de tension et le transit de puissance entre des points de réseaux exploités à des tensions différentes.

Utilisateur : toute personne physique ou morale alimentant un réseau de transport ou de distribution ou desservie par un de ces réseaux.

Art. 3. — Sous réserve des particularités des réseaux existants et des besoins spéciaux faisant l'objet d'accords avec les clients, l'énergie livrée en vertu du présent décret est distribuée sous forme de courant alternatif triphasé.

Art. 4. — Les installations raccordées ou à raccorder aux réseaux de distribution de l'électricité doivent être conçues pour supporter les perturbations liées à l'exploitation en régime normal des réseaux et faire face à celles qui peuvent être générées lors des régimes perturbés. Elles doivent être équipées d'un dispositif de protection permettant d'éliminer les défauts.

Les dispositifs de protection doivent tenir compte des besoins de l'installation et être coordonnés avec les systèmes de protection de réseaux de distribution, notamment en matière d'automatismes.

Le distributeur précise à l'utilisateur les éléments nécessaires à la conception et au réglage de ses dispositifs de protection dans un cadre transparent et non discriminatoire.

Art. 5. — Dans les conditions normales de fourniture, le courant distribué en haute tension de classe A (HTA) est livré aux tensions nominales entre phases : 30 kV, 10 kV, 5,5 kV. La tension nominale 5,5 kv sera portée progressivement à 10 ou 30 kV.

La haute tension de classe A (HTA) mesurée au point d'utilisation ne doit pas s'écarter de :

- $\pm 12 \%$ autour de sa valeur nominale pour les réseaux aériens,
- $\pm 6 \%$ autour de sa valeur nominale pour les réseaux souterrains.

Le courant distribué en basse tension est livré à la tension nominale 220/380 volts qui sera portée progressivement à 230/400 volts.

La tolérance maximale pour la variation de la basse tension autour de la tension nominale est de :

- 5 % pour les zones urbaines à usage éclairage prépondérant,
- 10 % pour les zones rurales ou industrielles à usage force motrice prépondérant.

Art. 6. — Pour les livraisons d'électricité, outre les plages de tension définies à l'article 5 ci-dessus, les caractéristiques de l'onde de tension autres que la fréquence et les variations lentes de tension sont définies dans le contrat d'accès au réseau électrique pour le client éligible et dans le contrat de fourniture d'énergie pour les autres clients.

Le distributeur est tenu de maintenir les variations de la tension à l'intérieur de ces seuils de tolérance. Tout dommage matériel qui pourrait survenir chez les clients, du fait du non-respect de ces seuils par le distributeur, donne lieu à une indemnisation de ces clients conformément à la législation en vigueur.

Art. 7. — Le réseau de distribution de l'électricité comporte, notamment :

- les lignes aériennes et les câbles souterrains dont la tension d'utilisation est égale ou inférieure à 50 kV avec leurs installations annexes,
- les postes dont la tension est inférieure ou égale à 50 kV avec leurs matériels haute tension de classe A (HTA), à l'exception des équipements appartenant au gestionnaire du réseau de transport de l'électricité ou aux producteurs d'électricité, et leurs installations annexes telles que les équipements de communication, les dispositifs de protection, de contrôle, de commande, de comptage et les équipements des services auxiliaires, ainsi que leurs infrastructures immobilières ;

— les transformateurs de puissance dont la tension la plus élevée est inférieure ou égale à 50 kV,

— les systèmes de compensation de la puissance réactive connectés au réseau de distribution de l'électricité,

— les équipements de conduite et de téléconduite des réseaux de distribution,

— les colonnes montantes et les branchements basse tension.

Art. 8. — Les appareils de mesure de l'énergie doivent être de types approuvés par l'organisme chargé de la métrologie légale.

Les appareils de contrôle de l'énergie doivent être conformes aux normes en vigueur.

Les dispositifs de comptage sont établis par le distributeur.

Art. 9. — Les limites des réseaux de distribution de l'électricité sont définies comme suit :

— avec le réseau de transport de l'électricité, la limite se situe exclusivement aux sectionneurs de haute tension de classe A (HTA) d'isolement du (des) transformateur(s) de haute tension de classe B / haute tension de classe A (HTB/HTA) ;

— avec les producteurs d'électricité raccordés directement au réseau de distribution, la (les) limite(s) se situe(nt) exclusivement à l'organe ou aux organes de coupure tête de ligne ;

— entre les réseaux de distribution de deux concessions différentes, la (les) limite (s) se situe(nt) à l'organe ou aux organes de coupure qui sépare(nt) les réseaux des deux concessions ;

— avec les clients de haute tension de classe A (HTA), la limite se situe :

* dans le cas de réseau aérien, aux isolateurs d'entrée du poste de livraison isolateurs exclus, et

* dans le cas de réseau souterrain, immédiatement à l'aval des bornes de la boîte d'extrémité des câbles.

L'ensemble des équipements constituant les postes de livraison, y compris le support dans le cas d'un poste aérien, font partie des installations intérieures du client. A ce titre, ces dernières sont réalisées et entretenues par lui et à ses frais. Elles sont sa propriété.

Avec le client alimenté en basse tension (BT), la limite se situe immédiatement à l'aval des bornes de sortie du compteur.

Dans le cas de regroupement de compteurs, la limite avec le client se situe aux bornes amont du disjoncteur de l'installation de ce dernier.

Les circuits de l'alimentation de l'éclairage public communs avec les réseaux de distribution, situés sur les supports ou inclus dans les câbles du distributeur, font partie du réseau de distribution jusqu'aux bornes amont de la boîte d'extrémité ou des fusibles. En sont exclus les appareils d'éclairage public les lignes spéciales et les supports d'éclairage public indépendants des réseaux du distributeur.

Lorsque la collectivité locale demande l'établissement, sur les supports du réseau du distributeur, de conducteurs d'éclairage public distincts des conducteurs du réseau de distribution et dans le cas où le distributeur donne son accord, ces circuits d'éclairage public, ne font pas partie des ouvrages du distributeur.

Les conditions d'utilisation des supports des distributeurs, pour la réalisation des circuits d'éclairage public et leur exploitation, sont définies dans un contrat conclu entre la collectivité locale et le distributeur.

Art. 10. — Les réseaux de distribution de gaz sont constitués notamment de :

— canalisations établies en vue de distribuer en moyenne ou en basse pression des combustibles gazeux. Ces réseaux incluent toutes les installations de distribution y compris les colonnes montantes et les branchements des clients ;

— équipements de traitement, de surveillance, de sécurité, d'entretien, de stockage, de détente et de livraison ;

— stations de stockage et regazéification de gaz de pétrole liquéfié (GPL) et éventuellement de gaz naturel liquéfié (GNL) ;

— installations annexes telles que les équipements de télé-exploitation et de télécommunication, de protection, de contrôle, de commande, de mesure et de comptage servant à la distribution du gaz ou à l'interconnexion entre les réseaux de gaz de concessions différentes.

Art. 11. — Les limites des réseaux de distribution du gaz sont définies :

— à l'amont, par la bride « aval » du poste de livraison du gestionnaire du réseau de transport du gaz ;

— à l'aval, par l'entrée du poste de livraison des clients de moyenne pression (MP) ou le raccord de sortie compteur des clients de basse pression (BP) ou au robinet d'arrêt de l'installation intérieure en cas de regroupement de compteurs.

Art. 12. — Le distributeur tient un inventaire des équipements :

— du réseau électrique comprenant le fichier des lignes aériennes et souterraines, le fichier des postes électriques et transformateurs de puissance, le fichier des équipements de haute tension de classe A (HTA), y compris les appareils de comptage d'énergie électrique, le fichier des équipements contrôle commande et le fichier des systèmes de télécommunication ;

— du réseau gaz comprenant un état physique des équipements du réseau de distribution du gaz, y compris les appareils de comptage des volumes de gaz, l'appareillage de télé-exploitation etc...

Art. 13. — Les spécifications et procédures techniques de conception, de réalisation, d'exploitation et d'entretien des ouvrages de distribution de l'électricité et du gaz font l'objet de règlements techniques établis conformément à la réglementation en vigueur.

Les spécifications et procédures sont prises par référence aux prescriptions, aux normes nationales et internationales.

A titre transitoire, les spécifications et procédures techniques actuellement utilisées restent valables jusqu'à la publication des règlements techniques susvisés.

CHAPITRE II

REGLES TECHNIQUES DE CONCEPTION DES RESEAUX DE DISTRIBUTION DE L'ELECTRICITE ET DU GAZ

Art. 14. — Le distributeur doit veiller, lors de la conception des postes électriques et des lignes électriques aériennes et câbles souterrains, des postes et des canalisations de gaz au respect des règles techniques et de sécurité des ouvrages électriques et gaziers.

Il doit, en particulier, intégrer la sécurité des travailleurs dans le choix des techniques et technologies ainsi que dans l'organisation du travail.

Art. 15. — Les installations des réseaux du distributeur doivent obéir aux règles techniques en la matière. Les ouvrages doivent être conçus et réalisés pour permettre d'assurer toutes les fonctions nécessaires pour une conduite des réseaux électrique et gazier, dans les meilleures conditions de sécurité et de fiabilité.

A ce titre, les ouvrages doivent comporter, notamment des systèmes de comptage, de protection, de téléinformation et éventuellement de contrôle commande.

Art. 16. — Le distributeur est tenu de prévoir les dispositifs de sécurité permettant la protection des installations situées en aval de son réseau contre les surtensions et les suppressions. A cet effet, les plans d'exécution, les spécifications techniques des équipements et installations des utilisateurs faisant interface avec le réseau doivent être approuvés par le distributeur avant leur application. Si cette approbation n'est pas délivrée par le distributeur, l'installation ne peut être raccordée au réseau de distribution.

Art. 17. — Dans le cadre de la mission du service public, les plans de développement des réseaux du distributeur doivent tenir compte notamment d'une capacité adéquate pour garantir la satisfaction de la demande en électricité et en gaz sur l'ensemble des périmètres desservis par ces réseaux dans les conditions de qualité et de continuité de service requises.

Art. 18. — Les ouvrages de distribution bénéficient d'un périmètre de protection conformément à la réglementation en vigueur.

Art. 19. — Pour les nouveaux réseaux gaz, toute mise en gaz est subordonnée à l'obtention par le distributeur d'une autorisation délivrée par les services territorialement compétents du ministère chargé de l'énergie, selon les modalités et conditions fixées par arrêté du ministre chargé de l'énergie.

CHAPITRE III

REGLES TECHNIQUES D'EXPLOITATION DES RESEAUX DE DISTRIBUTION DE L'ELECTRICITE ET DU GAZ

Art. 20. — Les canalisations de distribution du gaz et les lignes de distribution de l'électricité sont assujetties, avant leur mise en service à des épreuves et des essais, conformément à la réglementation en vigueur ou à défaut, aux usages admis en la matière.

Art. 21. — L'exploitation des réseaux de distribution doit répondre aux exigences suivantes :

— le contrôle du taux d'odorisation du gaz ; les substances utilisées pour l'odorisation ne doivent, en aucune manière, présenter des risques pour la santé des personnes ou à l'environnement en général ;

— la coordination avec les gestionnaires des réseaux et les autres utilisateurs pour une meilleure fiabilité et efficacité des réseaux ;

— le respect des procédures de consignation d'ouvrages telles que définies dans les consignes générales et particulières d'exploitation et tous autres textes y afférent, par le personnel du distributeur ;

— l'exploitation des ouvrages par du personnel qualifié et habilité sur site ou à distance à l'aide de dispositifs de télécommande.

Art. 22. — Dans le cadre de la gestion technique des réseaux, le distributeur doit :

— établir et maintenir à jour les plans des réseaux avec les caractéristiques des ouvrages telles que le tracé des lignes ou des canalisations, le type de matériaux, la profondeur d'enfouissement des canalisations et les repères des ouvrages à chaque mise en service d'un nouvel ouvrage ;

— établir, avant le 31 mars de chaque année, les schémas de réseaux de distribution. Ces schémas doivent correspondre à la situation normale d'exploitation des ouvrages au 31 décembre de l'année précédente. Ces schémas sont transmis et à leur demande, au ministre chargé de l'énergie et à la commission de régulation de l'électricité et du gaz ;

— tenir à jour les fichiers contenant les informations du réseau, les consignes d'exploitation en régime normal, les incidents et les mesures prises pour y remédier ;

Art. 28. — Les appareils de comptage de l'électricité et du gaz sont fournis par le distributeur, mis en place, vérifiés, plombés, entretenus et renouvelés par ses soins.

Art. 29. — En matière de gestion des instruments de comptage et de relève, le distributeur :

- assure la relève contradictoire des instruments de comptage avec les gestionnaires des réseaux de transport et les producteurs d'électricité et consigne les valeurs recueillies sur le registre des comptages auquel il est fait recours en cas de litige ;

- procède à ses frais à l'étalonnage régulier de ses compteurs d'énergie. Les agents qualifiés du distributeur ont accès librement aux compteurs d'énergie installés chez les clients ;

- assure le relevé des comptages nécessaires à tous les utilisateurs des réseaux de distribution.

CHAPITRE IV

REGLES TECHNIQUES D'ENTRETIEN DES RESEAUX DE DISTRIBUTION DE L'ELECTRICITE ET DU GAZ

Art. 30. — Les travaux de maintenance et de renouvellement nécessaires au maintien des réseaux électriques et gaziers et des branchements en bon état de fonctionnement ainsi que les travaux de mise en conformité des ouvrages existants avec les règlements techniques sont à la charge du distributeur.

Le distributeur doit veiller à la remise en l'état des lieux, à chaque fois qu'il engage des travaux de réalisation ou d'entretien de ces réseaux.

Art. 31. — L'entretien des réseaux de distribution doit garantir un service continu, fiable et de qualité. Dans ce cadre, le distributeur doit :

- assurer la maintenance de toutes les installations des réseaux de distribution en hors tension ou sous tension pour l'électricité et en hors pression ou sous pression pour le gaz. Il doit assurer, notamment, la maintenance préventive et la maintenance curative des réseaux qu'il exploite. A cet effet, le distributeur veille au contrôle et à l'inspection périodique des installations des réseaux ;

- prendre les dispositions nécessaires pour l'entretien périodique des couloirs de servitude des lignes aériennes et des câbles souterrains d'électricité et des canalisations de gaz conformément à la réglementation en vigueur ;

- définir les besoins en maintenance et en réhabilitation des réseaux de distribution conformément aux exigences et normes de construction des ouvrages, afin d'assurer la fiabilité, la sécurité des réseaux ainsi que la qualité et la continuité de service.

CHAPITRE V

DISPOSITIONS PARTICULIERES

Art. 32. — En cas d'accident, le distributeur bénéficie de prérogatives pour les interventions dans les immeubles et dans les lieux où les circonstances l'exigent. A cet effet, il doit disposer des moyens nécessaires.

Le distributeur bénéficie, au besoin, de l'assistance des autorités publiques compétentes qu'il lui appartient de solliciter, en fonction de l'importance de l'intervention qu'il compte effectuer.

Le distributeur doit disposer de moyens d'intervention mobiles de signalisation appropriés, notamment, sirène d'alarme, avertisseurs lumineux. Les autorisations seront délivrées par les services compétents de l'administration concernée et désignent les véhicules prioritaires, en particulier ceux affectés au service d'intervention du distributeur.

Art. 33. — Dans les cas d'intervention urgente ou commandée par des nécessités impérieuses, le distributeur peut, à l'exception des terrains, installations et ouvrages militaires ou paramilitaires, traverser, occuper temporairement tout terrain ou propriété sans avoir à recourir à l'accomplissement de formalités juridiques et/ou administratives préalables. Dans ces cas, une simple information, soit des personnes physiques ou morales, soit des autorités publiques concernées suffit, à charge pour le distributeur de procéder *a posteriori* au règlement des indemnités légales éventuelles et autres formalités administratives.

Art. 34. — Tout incident ou toute circonstance susceptible de provoquer des troubles mettant en péril la sécurité des biens, des personnes ou de l'environnement doit, immédiatement, être signalé par le distributeur aux services compétents du ministère chargé de l'énergie, aux autorités territorialement compétentes et à la commission de régulation de l'électricité et du gaz.

Art. 35. — En cas d'incident grave affectant les réseaux de distribution, notamment d'incendie ou d'explosion, et à chaque fois où il y a mort d'homme ou blessures et lésions susceptibles d'entraîner la mort, le distributeur doit informer les services compétents du ministère chargé de l'énergie, les autorités territorialement compétentes et la commission de régulation de l'électricité et du gaz.

Art. 36. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 28 Joumada El Oula 1431 correspondant au 13 mai 2010.

Ahmed OUYAHIA.

المخلص

تتناول هذه المذكرة دراسة تقنية مخصصة لإعادة تأهيل شبكة الغاز الداخلية بالمركز الاستشفائي الجامعي بتلمسان، وقد جاءت هذه الدراسة نتيجة الحالة المتقدمة من تدهور الشبكة الحالية، والتي ترجع أساساً إلى التآكل، وتقدم التجهيزات، ومختلف الأعطال التقنية التي تؤثر سلباً على سلامة وموثوقية المنشأة. وقد أجريت في البداية دراسة نظرية استعرضت خصائص الغاز الطبيعي، ومنشآت الغاز الداخلية، إضافة إلى آليات التآكل ووسائل الحماية المرتبطة به. بعد ذلك، مكن تشخيص مفصل للمنشأة من إبراز أهم الاختلالات والتأكيد على أن التآكل يمثل السبب الرئيسي لتدهور أنابيب الشبكة. انطلاقاً من هذه الدراسة، تم اقتراح حل لإعادة التأهيل يعتمد على استبدال الشبكة المتدهورة، وإعادة تحديد أبعادها، وتعزيز أنظمة الحماية. كما أنجزت دراسة اقتصادية لتقييم الجدوى المالية للمشروع وقياس مردوديته على المدى الطويل. وتؤكد النتائج المتحصل عليها أن إعادة التأهيل تمثل خطوة أساسية لضمان السلامة، واستمرارية الخدمة، والاستدامة طويلة الأمد لشبكة الغاز الداخلية بالمركز الاستشفائي الجامعي بتلمسان.

الكلمات المفتاحية

الغاز الطبيعي؛ شبكة الغاز الداخلية؛ التآكل؛ إعادة التأهيل؛ شبكة التوزيع؛ السلامة الصناعية؛ الحماية من التآكل.

ABSTRACT: This thesis presents a technical study dedicated to the rehabilitation of the internal gas installation of the Tlemcen University Hospital Center (CHU), motivated by the advanced deterioration of the existing network, mainly due to corrosion, equipment aging, and various technical failures compromising its safety and reliability. A theoretical study was first conducted to present the characteristics of natural gas, internal gas installations, as well as corrosion mechanisms and the associated protection methods. Subsequently, a detailed diagnosis of the installation highlighted the main anomalies and confirmed that corrosion is the primary cause of pipeline deterioration. Based on this analysis, a rehabilitation solution was proposed, involving the replacement of the deteriorated network, its resizing, and the strengthening of protection systems. Finally, an economic study was carried out to assess the financial feasibility of the project and its long-term profitability. The results obtained demonstrate that this rehabilitation is essential to ensure the safety, service continuity, and long-term sustainability of the internal gas installation of the Tlemcen University Hospital Center.

Keywords: natural gas, internal gas installation, rehabilitation, corrosion, diagnosis, safety, Tlemcen University Hospital Center (CHU).

RÉSUMÉ : Ce mémoire présente une étude technique consacrée à la réhabilitation de l'installation intérieure de gaz du Centre Hospitalo-Universitaire de Tlemcen, motivée par l'état avancé de dégradation du réseau existant dû principalement à la corrosion, au vieillissement des équipements et à diverses défaillances techniques compromettant sa sécurité et sa fiabilité. Une étude théorique a d'abord permis de présenter les caractéristiques du gaz naturel, les installations intérieures de gaz ainsi que les mécanismes de corrosion et les moyens de protection associés. Un diagnostic détaillé de l'installation a ensuite mis en évidence les principales anomalies et confirmé que la corrosion constitue la cause majeure de la détérioration des canalisations. À partir de cette analyse, une solution de réhabilitation a été proposée, reposant sur le remplacement du réseau dégradé, son redimensionnement et le renforcement des dispositifs de protection. Enfin, une étude économique a permis de vérifier la faisabilité financière du projet et sa rentabilité à long terme. Les résultats obtenus démontrent que cette réhabilitation est essentielle pour garantir la sécurité, la continuité de service et la pérennité de l'installation intérieure gaz du CHU de Tlemcen.

Mots-clés : Gaz naturel ; Installation intérieure gaz ; Corrosion ; Réhabilitation ; Réseau de distribution ; Sécurité industrielle ; Protection anticorrosion.