

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées
Département Génie Civil Et Hydraulique
Spécialité : Forage Hydraulique



Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de master

Présenté par :

KERRECHE CHOAYB

MEHIRI MOHAMMED RIDHA RAID

THEME

CHEMISAGE D'UN ANCIEN FORAGE ALBIEN
" OA-5 " Á L'HADEB OUARGLA

Soutenu

Publiquement le :

...../...../.....

Devant le jury :

Mr Seggai sofiane
Mr Djebari hacene
Mr Leghrieb youcef

Pr.
MC (A)
MC (A)

Président
Examineur
Encadreur/rapporteur

UKM Ouargla
UKM Ouargla
UKM Ouargla

Année Universitaire : 2019 /2020

ملخص: الغرض من تبطين البئر هو استعادة الماء النظيف بداخله شد الإسمنت فيما بعد من الخارج للتغلب بشكل أفضل على الضغوط الجانبية للطبقات الجيولوجية وعزلها جيداً. على مر السنين ، أدت عدوانية مياه الألبان إلى القضاء تماماً على الغلاف ، ومن ثم فإن الاتصال بين المياه الألبانية و الطبقة المالحة و عليه احساسنا بالمياه المالحة في مخرج البئر . العلاج وشيك لتجنب كارثة مثل كارثة البركاوي. يتطلب توفير الوقت والمال حالاً سريعاً وغير مكلف ، وهو موضوع موجزنا: تبطين بئر ألبان .

الكلمات الدالة: الأنابيب،البطانة،التآكل،التدعيم،الحفر

Résumé :Le chemisage d'un puits a pour but de récupérer une eau propre à l'intérieur et de tenir le ciment par la suite à l'extérieur, afin de mieux vaincre les pressions latérales des couches géologiques, et de bien les isoler. Au fil des années l'agressivité des eaux albiennes fait disparaître complètement le tubage, d'où la communication entre les eaux albiennes et le salifère, ressenti à la bouche du puits par une eau salée. Le remède est imminent afin d'éviter une catastrophe comme celle de Berkaoui. L'économie du temps et des sous, impose une solution rapide et a bon marché, qui le sujet de notre mémoire : chemisage d'un puits albien.

Les mots clés : Tubage, chemisage, corrosion, cimentation, forage.

Abstract :The purpose of the lining of a well is to recover clean water inside and to hold the cement later on the outside, in order to better overcome the lateral pressures of the geological layers, and to isolate them well. Over the years, the aggressiveness of the albian waters completely eliminates the casing, hence the communication between the albian waters and the salt, felt at the mouth of the well by salt water. The remedy is imminent in order to avoid a catastrophe like that of Berkaoui. Saving time and money requires a quick and inexpensive solution, which is the subject of our brief: lining an albian well.

Keywords : Tubing, lining, corrosion, cementation, drilling.

DÉDICACES

J'ai le grand honneur de dédier ce travail à :

Celui qui a fait de moi un homme,

Mon père

- A l'être le plus cher de ma vie, ma mère

- A ma grand-mère.

- A mes sœurs

- A mes frères

- A mes chers oncles, mes tantes, mes cousins,

*- A toute la famille KERRACHE ,ZEROUGUI
et. LEHZILI et BOUDAOU*

- A mon ami MESSAOUD

*A tous les enseignants et tous mes camarades de génie civil
et hydraulique*

*- Je tiens à le dédier aussi à mes amis
sans exception, et à tous ceux qui me
connaissent.*

KERRACHE CHOAYB



DÉDICACES

*Pour l'esprit de ma reconnaissance Je
dédie ce modeste travail*

*A mes très chers parents, source de vie,
d'amour et d'affection*

*A mes chers frères et ma seule sœur, source
de joie et de bonheur*

*A toute ma famille, source d'espoir et de
motivation*

A tous mes amis, et mes voisins et cousins

A vous cher lecteur

MEHIRI MOHAMED REDHA RAID

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier notre dieu, notre créateur, pour le courage et la patience qu'il nous a donné pour accomplir ce travail,

Nous remercions notre professeur encadreur **Dr. YOUCEF LEGHREIB** pour ses orientations et conseils.

C'est avec beaucoup de reconnaissance que nous adressons nos sincères remerciements à l'égard de notre promoteur : **Ben Hamida Slimane** pour avoir proposé ce thème et l'ingénieur : **Sayah Imebarak youcef** pour nous encourager, nous remercions également le jury **Mr : Saggai Sofiane** et

Mr : Djebari Hacene d'avoir accepté la soutenance de notre mémoire de fin étude, et nous les remercions beaucoup pour leur suivi, leurs conseils et leurs encouragements dans ce travail.

Enfin, dans ces dernières lignes nous tiens à remercier nos parents et nos sœurs nos frères, les conseils et les Encouragements qu'ils nous toujours prodigués ainsi que pour leur soutien tant moral que financier. Sans eux

, nous ne serons pas ou nous sommes et où nous sommes. Merci encore à tous...

Tables Des Matières

	page
Introduction générale	1
PARTIE THEORIQUE	
Chapitre I : Forage et hydrogéologie	
I\ 1 Introduction .	2
I\ 2 Présentation de la région d`étude.	2
I\2-1 Situation géographique de l`Hadeb.	2
Carte situation de la région de Ouargla et la commune de l` Hadeb.	3
II\1 Les forages d'eau.	4
II\1-2 Les forage de reconnaissance.	4
II\1-3 Les forages d`exploitation .	4
II\1-3 -1 Les puits .	5
II\1-3-2 Le forage d`eau.	5
II\1-3 -3 La pointe filtrante .	6
II\1-3-4 Les puits d`observation (ou prélèvement).	7
II\1-3-5 Le piézomètre.	8
II\2- Les ouvrages d`eau horizontaux.	8
II\2-1 Le forage horizontal.	8
II\2-2 Les galeries drainantes.	9
II\2-3 La foggara.	10

III\1 Hydrogéologie de la région d`Ouargla.	11
III\3-1 La nappe phréatique.	12
III\3-2 La nappe du complexe terminal.	12
III\3-3 Piézométrie de l`aquifère de complexe terminal.	13
III\3-4 La nappe du Miopliocène.	14
III\3-5 La nappe du Sénonien NE.	14
III\3-6 La nappe Albienne.	15
III\ 4 La conclusion.	16
Chapitre II : Tubage et corrosion	
I\1 Introduction.	17
II\1-Le tubage.	17
II\1-2-Rôle du tubage.	17
II\1-3- Les différentes colonnes des tubages.	18
II\1-4-Diamètre nominal.	19
II\1- 5- Harmonisation des diamètres.	19
III\1- La cimentation .	20
III\1-2-Buts de la cimentation.	20
III\1-3- Rôle de la cimentation.	21
III\4-Les méthodes de cimentation.	21
III\4-1 Cimentation par les tiges.	21

III\4-2 Cimentation par tube ancré.	20..23
III\4-3 Cimentation par le tube suspendu.	24
III\4-4 Cimentation par canne dans l`annulaire.	25
IV\3 La définition de la corrosion.	26
IV\3-1 La processus de la corrosion.	27
IV\3-2 Les types de corrosion d`un métal.	28
IV\3-2-1La corrosion chimique.	28
IV\3-2-2 La corrosion bactérienne .	29
IV\3-2-3 La corrosion électrochimique .	30
V\4 Les principales formes de corrosion.	31
V\4-1 La corrosion généralisée ou uniforme.	31
V\4-2 Les corrosion localisées .	31
V\4-2-1 La corrosion par pique .	32
V\4-2-2 La corrosion inter granulaire .	32
V\4-2-3 La corrosion par crevasse .	33
V\4-2-4 La corrosion galvanique.	34
V\4-2-5 La corrosion et dissolution sélective .	34

V\4-2- 6 La corrosion par frottement.	35
V\4-2-7 La corrosion sous contrainte et fatigue- corrosion.	35
V\4-2-8 La corrosion-érosion.	36
V\4-3 Les facteurs de la corrosion.	36
V\4-3-1 Les facteurs définissant les modes d'attaque.	37
VI\1 Les moyens de protection contre la corrosion.	38
VI\2 La conclusion.	39
PARTIE PRATIQUE	
Chapitre III : Diagnostique du forage	
I\1 Introduction.	40
I\2 Localisation de puits OA-5 de L`Hadeb.	40
I\3 Destination du forage OA-5 de L`Hadeb.	41
I\4 La coupe technique du forage OA-5 de L`Hadeb.	41
I\5 La colonne stratigraphique du forage OA-5 de L`Hadeb.	42
II\1 Le problème de corrosion de tubage du forage OA-5 L`Hadeb.	43
II\2 Les méthodes de diagnostic à l`intérieur du puits.	43
II\2-1 La diagraphie de corrosion.	43..44
II\2-2 Mesure de diamètre du trou (diagraphie de caliper).	45
II\2-3 Mesure de la température.	45

II\2-4 La diagraphie de contrôle de cimentation.	46
II\2-4-1 Le principe de fonctionnement du CBL (ciment bond log).	46...47
II\3 La conclusion.	48
Chapitre VI : Opération chemisage	
I\1 Introduction .	49
I\2 La définition de la technique de chemisage en forages albiens.	49
II\1 Les buts la technique de chemisage en forages albiens.	50
II\2 La rôle de la technique de chemisage.	50
II\3 Le principe de réalisation de la technique de chemisage.	51
II\3-1 Les étapes de réalisation de la technique de chemisage.	52
II\3-1-1 Mise en place du tubage 9" 5/8 dans le forage OA-5	52
II\3-1-2 La préparation du trou avant l'injection.	53
III\1 La réalisation du cimentation.	54
III\ 1-a) Injection du laitier de ciment.	54
III\ 1-b) Injection de la boue de chasse.	55.56
II\ 4 La conclusion.	57
Conclusion Générale.	58.59
BIBLIOGEAPHIE.	60

Liste des figures

Figures	Titre de figures	Page
I.1	Carte situation géographique de cuvette Ouargla { Bellaoueur, 2008}.	3
I.2	Carte situation de la ville de l'Hadeb { source journal algérien des régions arides }.	3
I.3	Images montrant des puits.	5
I.4	Images montrant les forages.	6
I.5	Image et Schéma de la pointe filtrante.	7
I.6	Les différents types de piézomètres.	8
I.7	Images montre le forage horizontal .	9
I.8	Image et schéma montant les galeries drainantes .	10
I.9	Images montrant le principe de fonctionnement des foggaras.	11
I.10	Coupe hydrogéologique dans l'aquifère de complexe terminal.{UNESCO 1972}	13
I.11	Carte piézométrique du CT dans la cuvette d'Ouargla en 2017.	14
II.12	Les différentes colonnes des tubages .	18
II.13	Dispositif de cimentation par les tiges (BRGM).	22
II.14	Cimentation par tube ancré (BRGM).	23
II.15	Cimentation par tube suspendu (BRGM).	24
II.16	Cimentation par canne dans l'annulaire (BRGM).	25
II.17	Images montrant la corrosion généralisée.	31
II.18	Images montrant la corrosion par piqûre.	32
II.19	Image montrant la corrosion inter granulaire.	33
II.20	Image montrant la corrosion par caverneuse.	33
II.21	Image montrant la corrosion galvanique.	30
II.22	Image montrant la corrosion et dissolution sélective	34
II.23	Image montrant la corrosion par frottement.	35
II.24	Images montrant la corrosion sous contrainte.	35

II.25	Image montrant la corrosion- érosion.	36
III.26	Localisation du puits OA-5 de l'Hadeb.	40
III.27	La coup technique de forage OA-5 de l'Hadeb.	41
III.28	La c o l o n n e stratigraphique du forage OA-5 de l'Hadeb.	42
III.29	Images montant la diagraphie de corrosion d'un tubage de forage.	44
III.30	Images montant la diagraphie de caliper.	45
III.31	Courbe de mesure pour CBL.	47
III.32	la diagraphie de CBL.	47
VI.33	Schéma de la technique de chemisage du puits corrodé.	51
VI.34	Image montrant la descente du tubage de forage.	53
VI.35	La cimentation en présence du packer.	54
VI.36	La gonflement du packer et la cimentation en cours.	56

Liste des Tableaux

Tableaux	Titre de tableau	Page
Tableau 1	Diamètre nominal de tubage.{ document Schlumberger}.	19
Tableau 2	Harmonisation des diamètres.{ document Schlumberger}.	19
Tableau 3	Les facteurs définissant les modes d'attaque.	37

Liste des Abréviations

Abréviation	Signification
UENSCO	UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION
SASS	SYSTEME AQUIFERE DU SAHARA SEPTENTRINAL
OSS	OBSERVATION DU SAHARA ET SAHEL
ANRH	AGENCE NATIONAL DES RESSOURCES HDRIQUES
API	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
BRGM	BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUE ET MINIÈRES
GR	GAMMA RAY
MID	MAGENTIC IMAGING DEFECTOSCOPE
CBL	CIMENT BOND LOG
SSDs	SLIDING SIDE DOORS

Introduction Générale

Introduction Générale

Introduction Générale

Les forages d'eau au Sahara sont les plus importantes ressources naturelles, qui doit être protégée de manière continue et avec une exploitation rationnelle qui garantit sous équilibre entre les besoins et les utilisations. Le chemisage est une technique de réhabilitation et protection de puits contre la contamination entre les diverses couches de terrain. Les forages sont souvent exposés au problème de corrosion du casing (tubage) des puits.

À présent La maîtrise de la corrosion s'est révélée d'une importance primordiale dans l'entretien des puits d'eau ou pétrole, pendant de nombreuses années en raison du coût élevé des opérations de reconditionnement et de remplacement des puits, d'un autre côté, toutefois on n'a pratiquement pas entrepris de recherche détaillée sur le contrôle de la corrosion dans le domaine des ouvrages d'eau sauf sur des produits commerciaux courants. Cette négligence ne résulte pas seulement d'une lacune dans la connaissance détaillée des principes de maîtrise de ce phénomène, mais du manque de motivation économique adéquate pour appliquer les méthodes de contrôle adéquates. La plupart des eaux souterraines renferment des éléments corrosifs ou incrustants. La différence d'effet de ces éléments est uniquement une question de degré et de nature. On rencontre rarement ces deux phénomènes à la fois puisque la corrosion, normalement, tend à gêner l'accumulation de produits incrustants, de même, les produits incrustants tendent à protéger ou à isoler les tubages et crépines contre l'action de la corrosion (M. BOURGEOIS octobre 1976).

Dans cette étude, nous présenterons et aborderons le problème survenu au forage, où ce dernier était représenté dans la corrosion de tubage de forage` OA-5" qui est situé dans la Commune d'Al-Hadeb, wilayat de Ouargla pour certaines raisons, car ce problème de corrosion qui produit des résultats indésirables.

PARTIE THEORIQUE

Chapitre I

Forage et hydrogéologie

I\1 Introduction ;

Dans ce première chapitre, on donne une présentation de la zone étudiée et hydrogéologique d'une manière générale, ainsi que les eaux souterraines comme les forages d'eau. Nous expliquerons le concept et les méthodes d'exploitation de cette dernière dans les zones arides. En fin de chapitre nous parlons des différentes couches géologiques de la région de Ouargla.

I\2 Présentation de la région d'étude**I\2 -1-Situation géographique :**

La commune d'AL-Hadeb est situé entre les coordonnées 31°55'08.4"Nord 5°22'12.7"Est (Google Earth), dans la Wilayat de Ouargla et il est limité au Nord-est par la municipalité d'Ain Al-Baida et à l'Ouest par la Commune de Rouissat, et délimité au sud par le désert de Hassi Messaoud.

Le village d'AL-Hadeb est une région paysanne et la plupart de ses habitants sont indigènes et leur nombre est de 5000 habitants.

Le commune d'AL-Hadeb, est attaché administrative à la commune de Rouissat

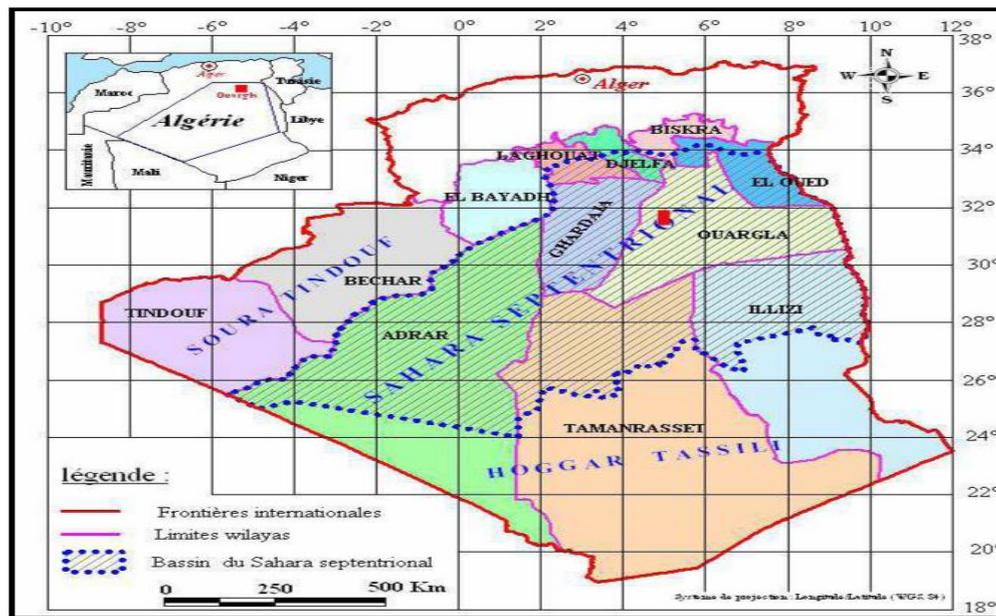


Figure 1- Carte de situation géographique de cuvette Ouargla (Bellaoueur, 2008).

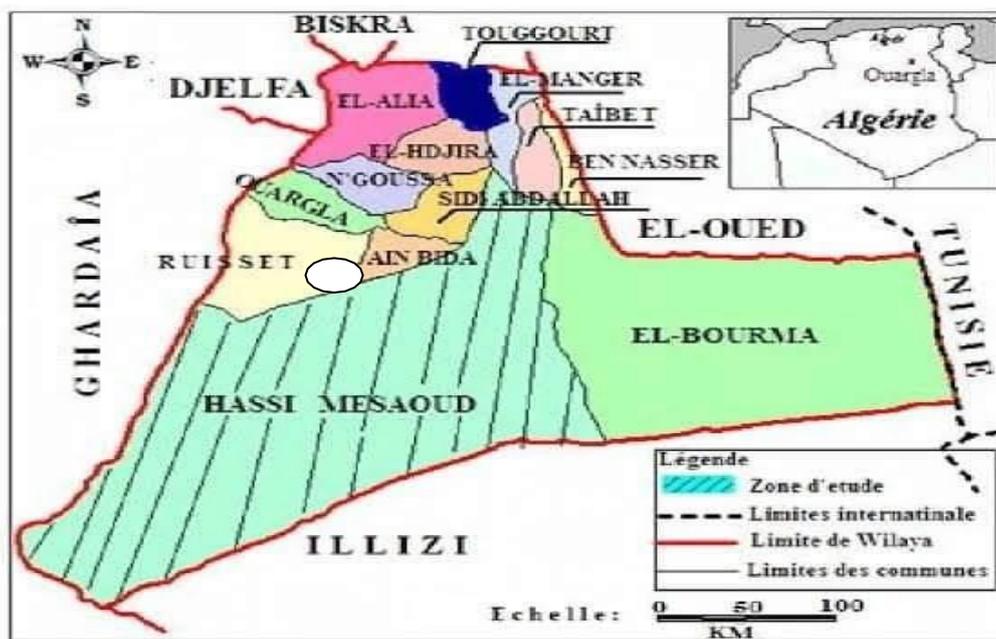


Figure 2- Carte de situation de la commune de Al'Hadeb (source journal algérien des régions arides).

II \-1 Le forage :

Le forage est la source d'eau largement utilisée dans la région aride, les méthodes d'exploitation d'eau sont différentes d'une ressource à l'autre. Les techniques d'extraction des eaux souterraines utilisées par les méthodes traditionnelles touchent les nappes d'eaux superficielles. L'hydrographie, en évidence le risque de salinisation et de pollution qui proviennent de la surface. Parmi ces puits d'eau, nous les mentionnons ;

II \1-1 Les forages des reconnaissances :

Il s'agit d'un puits de petit diamètre allant de 6 à 8 cm, et l'un des objectifs les plus importants de sa réalisation est de vérifier les hypothèses qui ont été présentées et fournit des informations de base et importantes telles que (investigation, mesures, tests, et prélèvement d'échantillons d'eau et de sol et observations périodiques).

II \ 1-2 Les forages d'exploitation :

Les structures verticales sont les plus courantes et utilisées dans le domaine de l'exploitation, des eaux souterraines, et nous les mentionnons ;

- Les puits
- Le forage d'eau
- La pointe filtrante
- Le puits d'observation
- Le piézomètre

II \1-3-1 Les puits :

Les puits étaient généralement réalisés manuellement et sont abondants, surtout dans les zones qui contiennent une grande quantité d'eau souterraine, en plus de cela les puits ont un grand diamètre allant de (1 à 3 mètres) **voir la figure N3(A, B)**, où ces derniers leurs murs mal protégés et très sensibles aux fluctuations au niveau piézométrique de la nappe. Les aquifères et le rendement de ces puits est généralement faible en raison de la façon dont l'eau en est extraite.



Figure 3- Images montrant des puits.

II \1-3-2 Le forage d'eau :

Un forage est un puits creusé par un procédé mécanique à moteur (foreuse) en terrain consolidé ou non, pour tous usages sauf pour les ouvrages de reconnaissance ou d'observation (on parle alors de sondage). **[1]. Voir la figure N4 (C, D).**



Figure 4-Images montrant les forages.

II \1-3-3 La pointe filtrante :

Sa profondeur maximale n'est que d'environ 8 mètres et elle est accomplie dans un sol sablonneux. La façon de l'accomplir est très simple car le boîtier peut être inséré manuellement ou mécaniquement, et son diamètre intérieur varie de 2,5 à 5 cm, **voir la figure N° 5**, car la partie inférieure de celui-ci contient un filtre, à travers lequel l'eau souterraine est aspirée. Le coût de sa réalisation est modeste, car il ne nécessite pas d'équipement de forage sophistiqué ou de travailleurs hautement qualifiés.

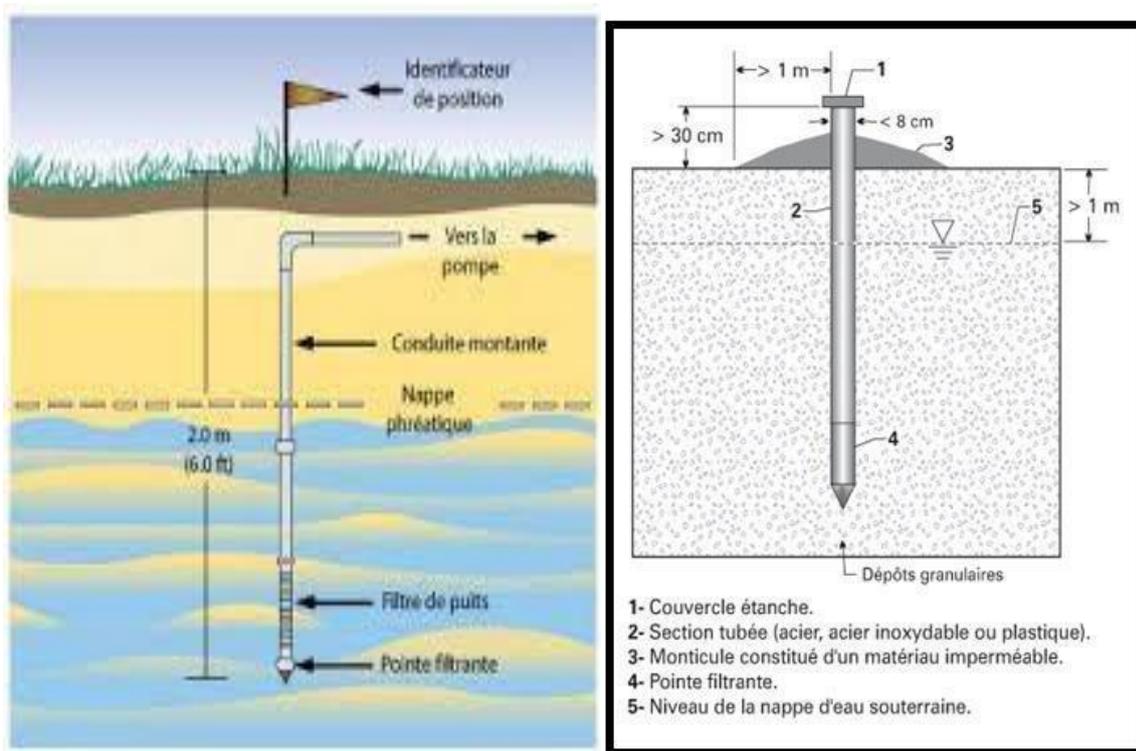


Figure 5-Image et Schéma de la pointe filtrante.

II \1-3-4 Le puits d'observation (ou prélèvement) :

Il s'agit d'un tube de grand diamètre principalement par rapport au piézomètres, et parmi les objectifs les plus importants de sa réalisation est de prélever des échantillons dans le réservoir de l'aquifère pour analyser ses composants afin d'avoir un aperçu de la nature et des composants des eaux souterraines présentes dans cette zone particulière.

II \1-3-5 Le piézomètre :

Il s'agit un dispositif mesurant la hauteur de la piézométrie à un certain point dans la couche d'eau souterraine et il est de petit diamètre **voire la figure N 6**, car

il indique la pression à ce point, et la tête de ce dispositif est protégée contre toute pollution de surface ou accident inattendu, et les piézomètres situés tout près du forage doivent, comme lui traverser toute la nappe aquifère; cela est moins nécessaire pour les piézomètres éloignés.[2]

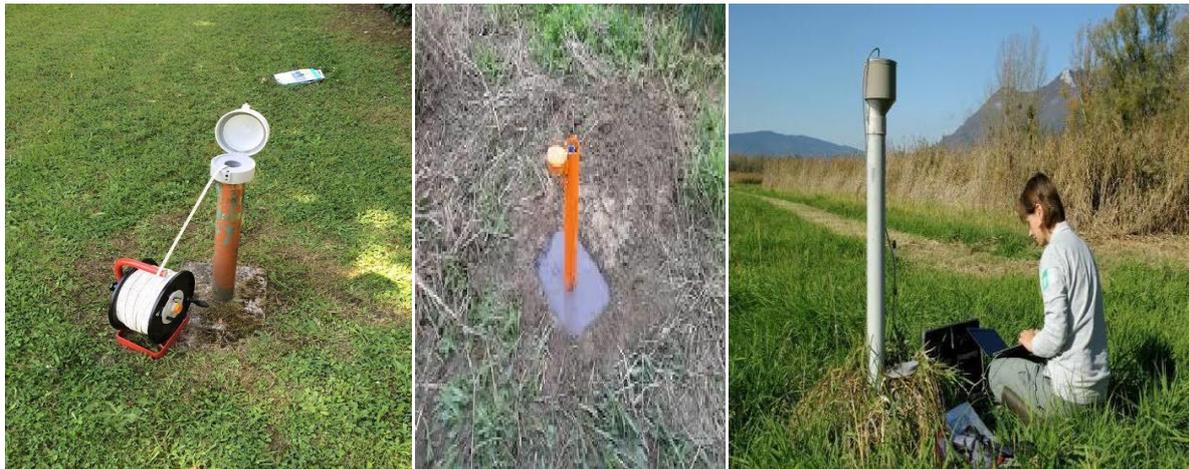


Figure 6- Les différents types de piézomètres.

II \2- Les ouvrages d'eau horizontaux ;

II \2-1 Le forage horizontal ;

Il s'agit d'une technique et d'un forage horizontal dans les couches géologiques présentes dans le sol et qui a un équipement de forage compliqué voir la figure N 7, car le but de son achèvement est de faire passer les canalisations et les câbles sous n'importe quel obstacle, de sorte que la tête de forage rotative (ou marteau fond de trou) pénètre dans le sol, et ce type de forage peut être accompli en pentes pour certaines conditions.



Figure 7- Images apparaitre le forage horizontal.

II \2-2 Les galeries drainantes :

Ils représentent de petits tunnels, qui sont réalisés dans des roches horizontalement et avec un équipement de forage compliqué. Le but est d'exploiter les eaux souterraines, et la hauteur peut aller jusqu'à 1,80 mètre et la largeur de 1 à 2 mètres, **voir la figure N8**, et la longueur de ces galeries est variable en fonction de la nature du lieu où elle a été réalisée, parfois elle peut atteindre une longueur varie de quelques dizaines de mètres à plusieurs kilomètres. Après avoir recueilli l'eau souterraine, elle est dirigée vers les drains horizontaux complémentaires.

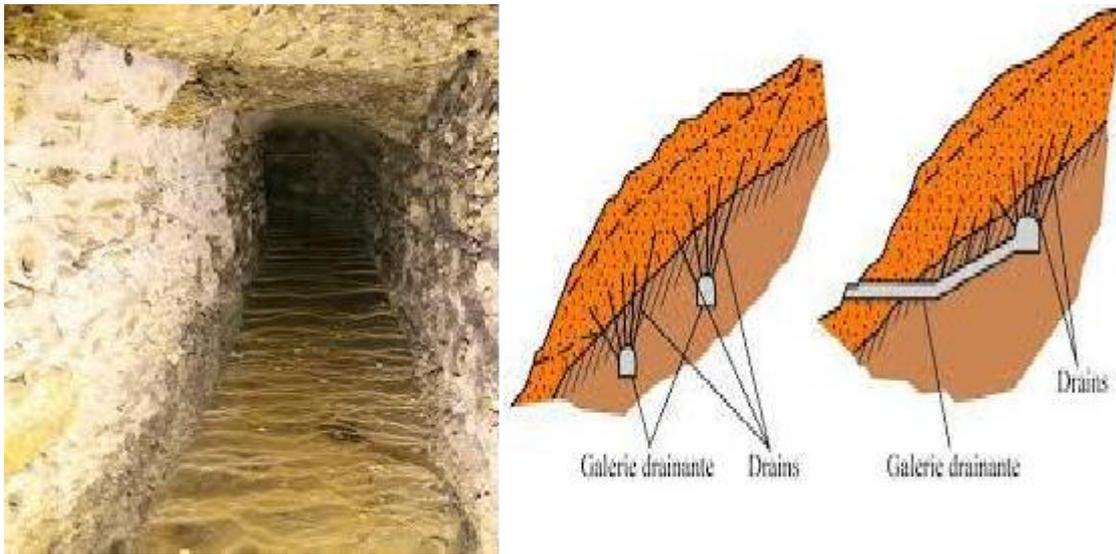


Figure 8-Image et schéma montrant les galeries drainantes.

II\2-3 La foggara :

Un qanat est un ouvrage (de type minier) destiné à la captation d'une nappe d'eau souterraine et l'adduction d'eau vers l'extérieur, **voir la figure N° 9**. Un qanat est constitué d'un ensemble de puits verticaux (accès, aération) reliés à une galerie de drainage légèrement en pente qui achemine l'eau vers des citernes ou une exurgence. Pour les populations de régions arides ou semi-arides, un qanat constitue une source d'eau constante et régulière, quelle que soit la saison, et il permet par exemple l'irrigation de cultures agricoles. **[3]**.

La technique du qanat a très probablement été développée en Perse vers le début du Ier millénaire avant notre ère, puis elle se serait répandue lentement vers l'est et l'ouest. On trouve ainsi de nombreux qanat en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Libye), au Moyen-Orient (Iran), et plus à l'est de l'Afghanistan et l'Inde jusqu'à la Chine. Historiquement, la majorité des populations d'Iran et

d'autres régions arides d'Asie ou Afrique du Nord était dépendante de l'eau fournie par les qanats ; les espaces de peuplement correspondaient ainsi aux lieux où la construction de qanat était possible. [4]

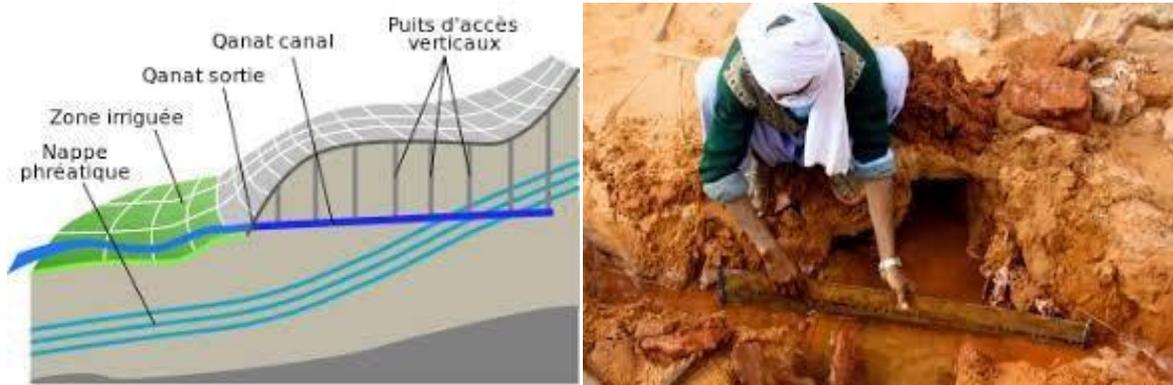


Figure 9-Images montrant le principe de fonctionnement de foggaras.

III\1 Hydrogéologie de la région de Ouargla :

La région d'Ouargla se situe à 800 Km au Sud-est de la capital Alger. Cette région fait partie du Sahara Algérien qui se caractérise par sa richesse en hydrocarbures et en eaux. Elle se renferme deux grands systèmes aquifères à savoir : le Complexe Terminal (CT) et le Continental Intercalaire (CI). Ce système aquifère couvre une surface de 700 000 Km² (SASS). Des études ont porté sur la reconnaissance géologique (Bel et Dermagne, 1966 ; Busson, 1966 ; 1970 ; 1971 ; Fabre, 1976), et hydrogéologique (Cornet, 1964 ; Bel et Cuche, 1969 ; 1970, Castany, 1982) du système aquifère du Sahara septentrional. D'autres travaux ont évalué les potentialités hydriques du système, tout en proposant divers scénarios de son exploitation à moyen et à long terme (UNESCO, 1972, 1972 ; Nesson, 1978 ; BRL-BNEDER, 1999 ;

OSS.2003). (**Authors** :Asma .Bettahar-L.Djabri-S.Habes-Kechiched-S.bouhsina)

Selon l'A.N.R.H (2000), il existe trois aquifères dans la région d'Ouargla.

III\3-1 La nappe phréatique ;

La nappe phréatique est contenue dans les sables alluviaux de la vallée de l'Oued Mya et couvre pratiquement toute la cuvette de Ouargla, et les eaux de cette nappe sont très salées (50 g/l) (l'A.NR.H,2000), elle s'écoule du Sud vers le Nord suivant la pente de la vallée, sa profondeur varie de 1 à 8 m selon les lieux et saisons.

III\3-2 La nappe du complexe terminal ;

Le terme de complexe terminal désigne les formations les plus récentes déposées au bas Sahara. L'aquifère du complexe terminal constitué de deux nappes (Fig.10) ; la nappe de calcaire d'âge Sénonien carbonatée et la nappe de sable d'âge mi-pliocène. [5]

L'aquifère superficiel est libre et constitué de formations détritiques d'âge Quaternaire représentées par des sables, dégrés et de graviers avec présence de gypse et des niveaux des concrétions calcaires. [6]

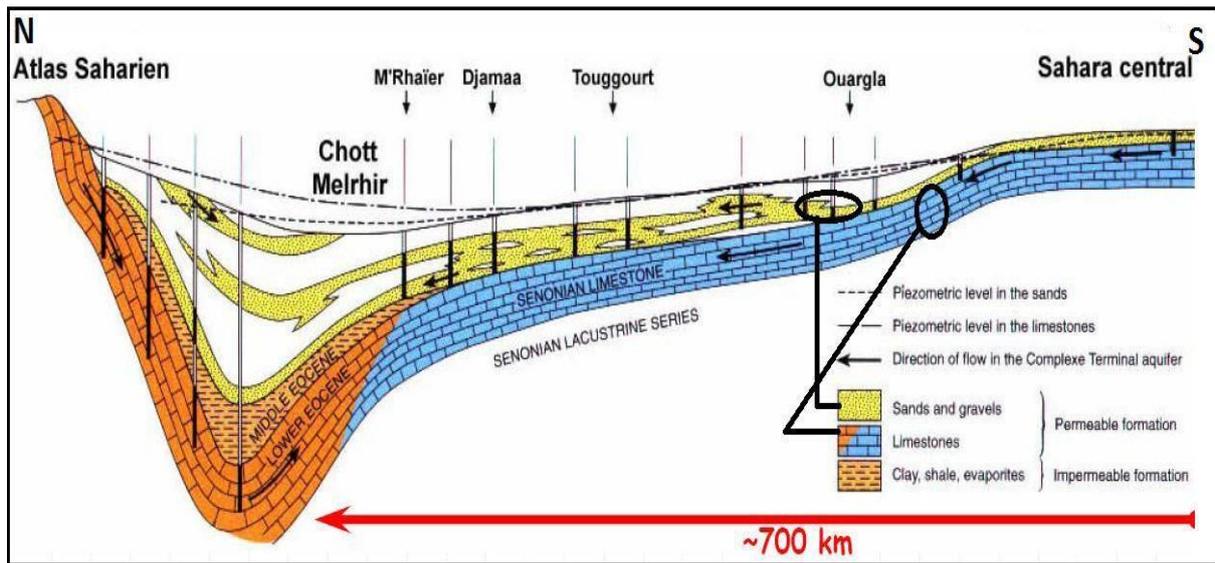


Figure 10-Coupe hydrogéologique dans l'aquifère de complexe terminal. (UNESCO 1972).

III\3-3 Piézométrie de l'aquifère du complexe terminal :

La carte piézométrique établie en mai 2017 (Figure.11) [7] montre deux sens d'écoulements ; du sud vers le nord-est et l'ouest vers l'est. Une dépression piézométrique est apparue au centre de la carte, résulte de la surexploitation de la nappe de CT.

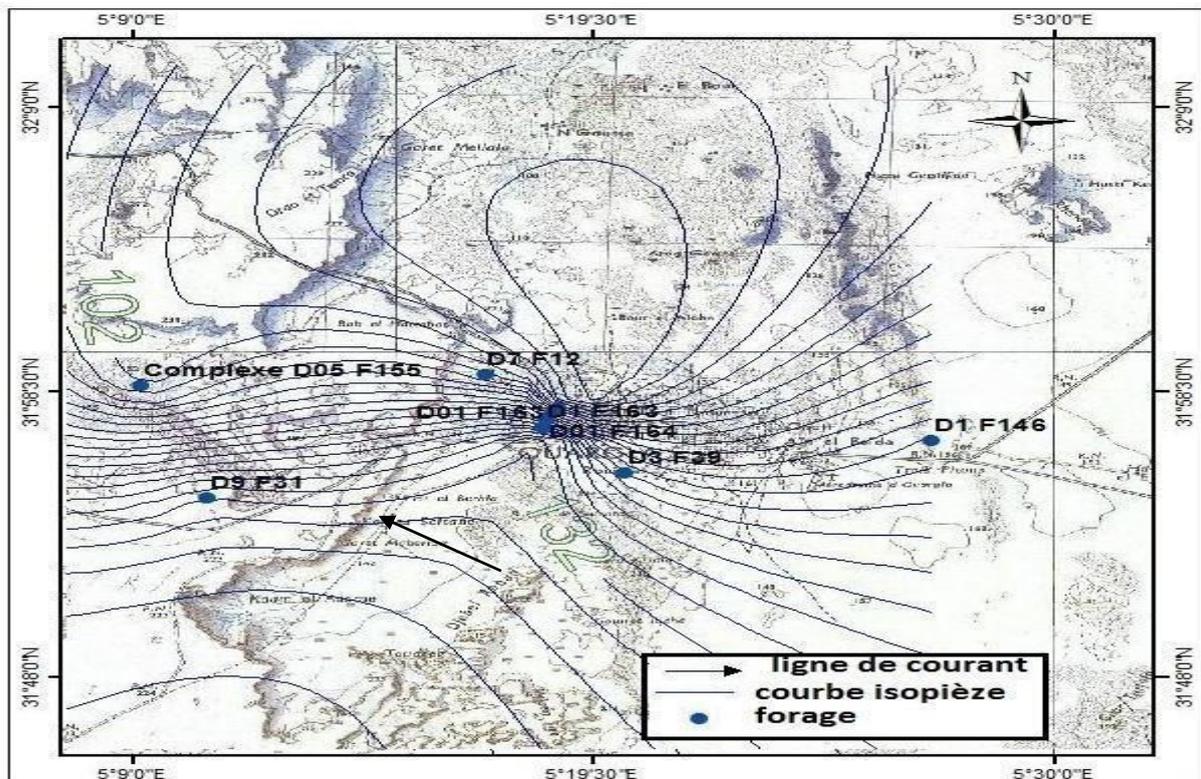


Figure 11- Carte piézométrique du CT dans la cuvette d'Ouargla en 2017.

III \3-4 La nappe de Miopliocène :

La nappe du Miopliocène dite nappe des sables fût à l'origine des palmeraies irriguée. La salinité de la nappe du Miopliocène varie de 1,8 à 4,6 g/l (A.N.R.H, 2000).

II I\3-5 La nappe de Sénonien :

La nappe sénonien est mal connue, elle est exploitée à des profondeurs allant de 140 à 200 m environ. l' A.N.R.H 2019.

Selon NEZLI 2009 la salinité de cette nappe est très variable 3,76 à 5,48 dS/m

II I\3-6 La nappe Albienne :

La nappe albienne est la nappe continentale intercalaire .la profondeur moyenne d`un forage d`exploitation dans la région de Ouargla, est comprise entre 1000 à 1500 m généralement leur salinité est moins de 2g/ l (BENBR AHIM.2001).

V\ - 5 Conclusion :

Ce chapitre qui fait partie de la recherche bibliographique, éclaire les reconnaissances fondamentales, en liaison directe et indirect avec notre thème, par conséquent, facilité la lecture pour un non spécialiste.

Nous avons énuméré dans ce chapitre des notions de forage, tubage, cimentation et toute autre donnée hydrogéologique nécessaire pour notre étude.

Chapitre II
Tubage et corrosion

I\1-Introduction :

Le problème le plus dangereux que les tubages de forage peuvent rencontrer au fil des années est la corrosion des tubages, et dans ce chapitre nous nous concentrerons sur le concept de la corrosion et comment cela se crée dans les tubages de puits et ses formes et types, ainsi que les moyens qui permettent d'éviter ce problème.

I\2-Tubage :

1. Définition : On appelle tubage l'opération qui consiste à descendre dans le puits une colonne de tubes. L'espace annulaire ainsi créé sera rempli de ciment afin de protéger les parois du trou.

I\2-1- Rôle du tubage :

Le tubage sert à empêcher les parois du puits de l'effondrement dans le but de continuer le forage sans problèmes.

Le choix des tubages, aussi bien en ce qui concerne leur diamètre que leur résistance, est conditionné par plusieurs facteurs, dont les principaux sont :

- La profondeur prévue,
- Les pressions attendues,
- Le type d'effluent attendu : huile ou gaz,
- Les risques de corrosion,

I\2-2-Les différentes colonnes de tubage :

Les colonnes de tubage sont :

- Tube guide,
- Colonne de surface,
- Colonne technique, ou intermédiaire,
- Colonne production,
- Crépine.

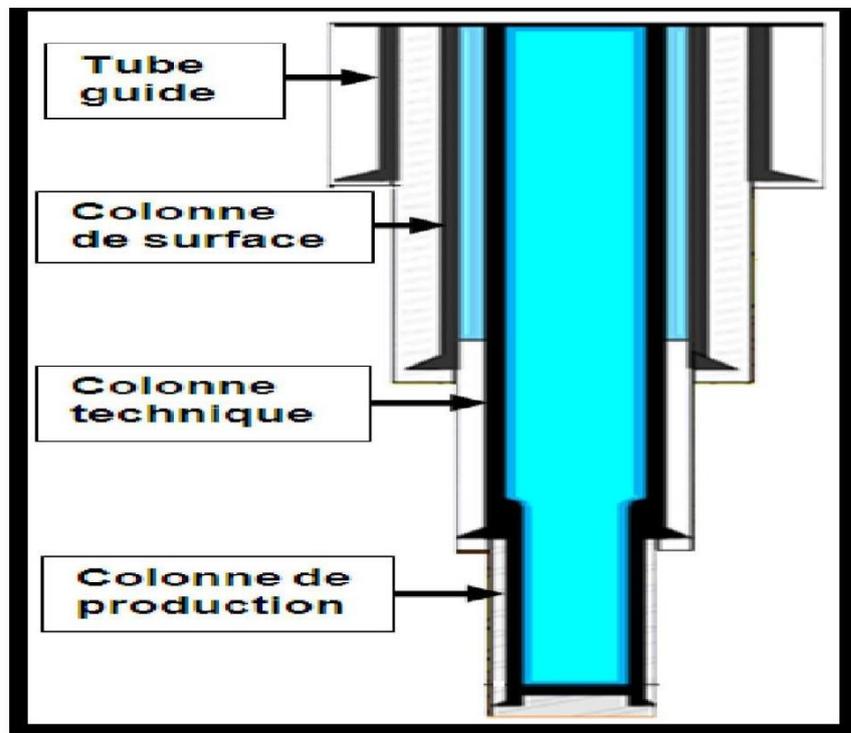


Figure 12- les différentes colonnes de tubage.

II\ 2-3-Diamètre nominal :

Le corps du tube est défini par le diamètre nominal D, ou diamètre extérieur. Les diamètres de tubage (API 5A).

4"1/2	5"	5"1/2	6"5/8	7"	7"5/8	8"5/8
9"5/8	10"3/4	11"3/4	13"3/8	16"	18"5/8	20"

Tableau 1- Diamètre nominal de tubage. (document Schlumberger).

II\2-4-Harmonisation des diamètres :

Phase	Diamètre de l'outil (in)	Diamètre de tubage (in)
1^{iere}	26"	18"5/8
2^{ieme}	17"1/2	13"3/8
3^{ieme}	12"1/4	9"5/8
4^{ieme}	8"1/2	7"
5^{ieme}	6"	41/2"

Tableau 2- Harmonisation des diamètres. (document Schlumberger).

II \ 1- La cimentation :

La cimentation des tubages est un des éléments clés de la construction des forages, elle détermine l'étanchéité des annulaires et participe à la sécurité et la protection des puits et terrains traversés, et cimenter une colonne de tubage consiste à mettre en place un laitier de ciment dans tout ou partie de l'espace annulaire entre le tubage et le trou foré. La réussite des opérations de cimentation sera donc essentielle pour garantir l'exploitation des ouvrages.

II \1- 2- Buts de la cimentation :

- Fermer les couches à haute pression pour éliminer les risques d'éruption.
- Isoler les différentes formations pour prévenir le contact des différents fluides.
- Supporter la colonne de tubage.
- Protéger le casing contre les fluides corrosifs.
- Prévenir l'affaissement des parois du puits.
- Éviter la pollution des nappes phréatiques.

Se servir d'appuis pour la tête du puits et les équipements de contrôle.

II \1- 3- Rôle de la cimentation :

- Maintenir les tubages installés dans les puits en les fixant aux terrains traversés.
- Prendre en charge une partie des contraintes mécanique supportées par les différents cuvelages et par le tubage de production (pression des formation, pression de la colonne de fluide, surpression du à la réinjection...).
- De protéger l'extrados des tubages contre les agressions chimique facteurs de corrosion.
- De participer à l'intégrité mécanique et hydraulique des colonnes de production.

II \ 1-4- Les méthodes de cimentation :

Il existe plusieurs méthodes de cimentation :

II \ 1-4-1 Cimentation par les tiges :

Le tubage à cimenter est muni d'un sabot destructible équipé d'une balle plastique (de la grosseur d'une balle de tennis) faisant office de valve. Le ciment injecté sous pression par les tiges pénètre dans l'espace annulaire par l'orifice du sabot qui est obturé par la balle dès l'arrêt de l'injection (Fig. 13).

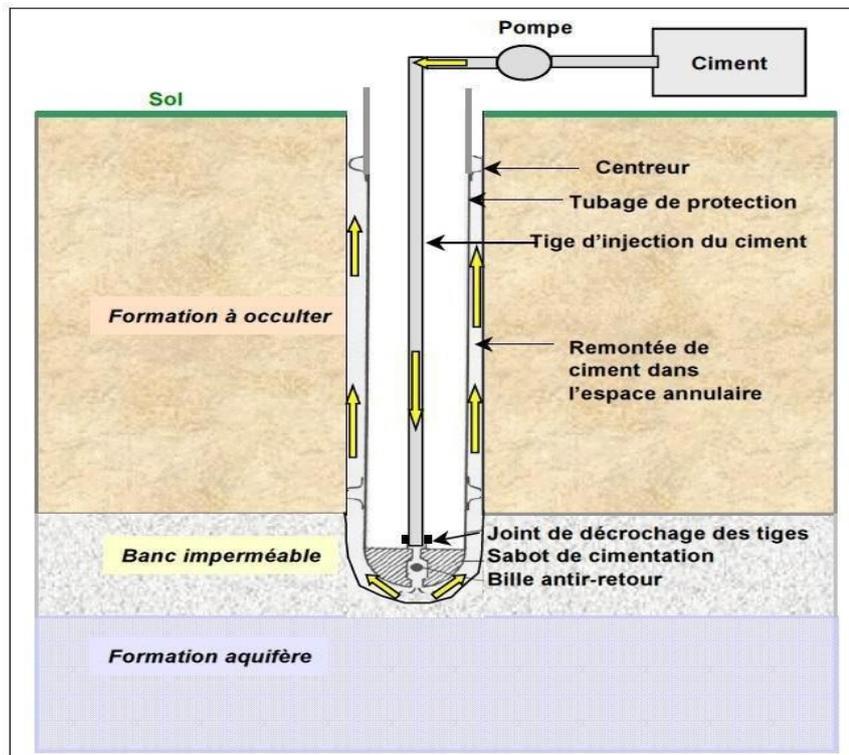


Figure 13-Dispositif de cimentation par les tiges (BRGM).

II \1- 4-2 Cimentation par le tube ancré :

A la base du tubage à cimenter des fenêtres ont été préalablement percées pour permettre la circulation de boue puis de ciment. Le volume théorique de ciment est introduit dans l'ouvrage et remonte dans l'espace annulaire sous la pression d'un joint séparateur poussé par un volume d'eau ou de boue et qui vient obturer les fenêtres de pied de tubage lorsque la cimentation est terminée (Fig.14).

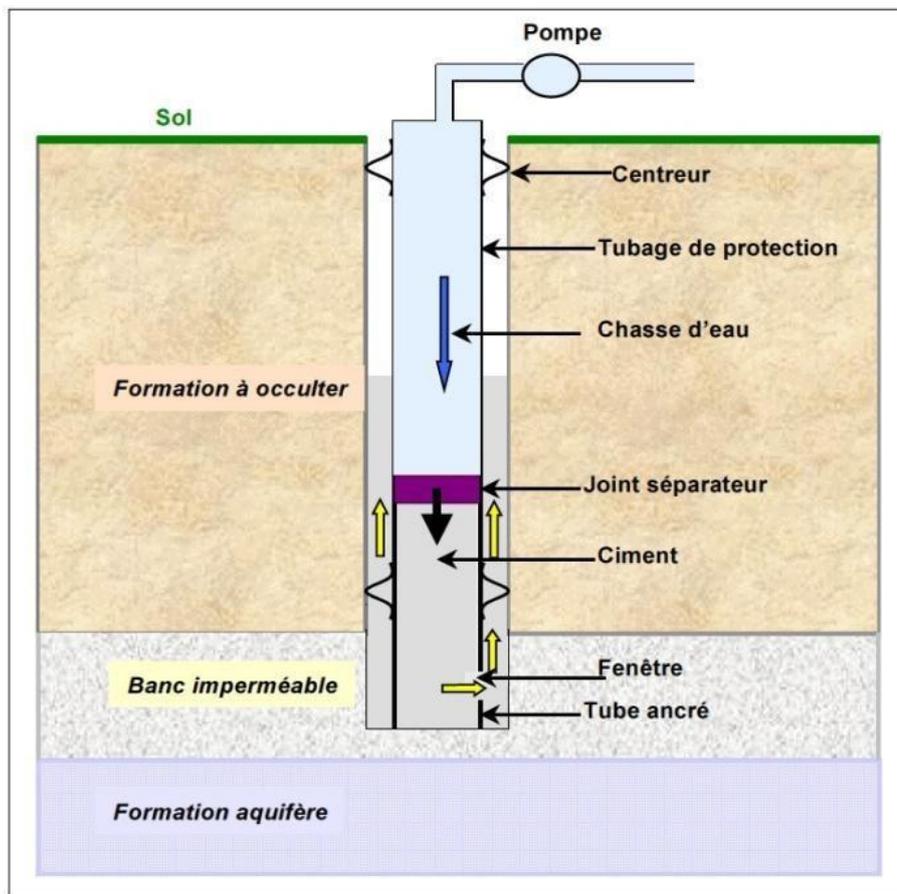


Figure 14- Cimentation par tube ancré (BRGM).

V \ 1-4-3 Cimentation par le tube suspendu :

Sous l'effet d'une boue de chasse, un bouchon destructible (joint séparateur) pousse dans l'espace annulaire le volume de ciment théorique introduit dans le tubage (Fig.15).

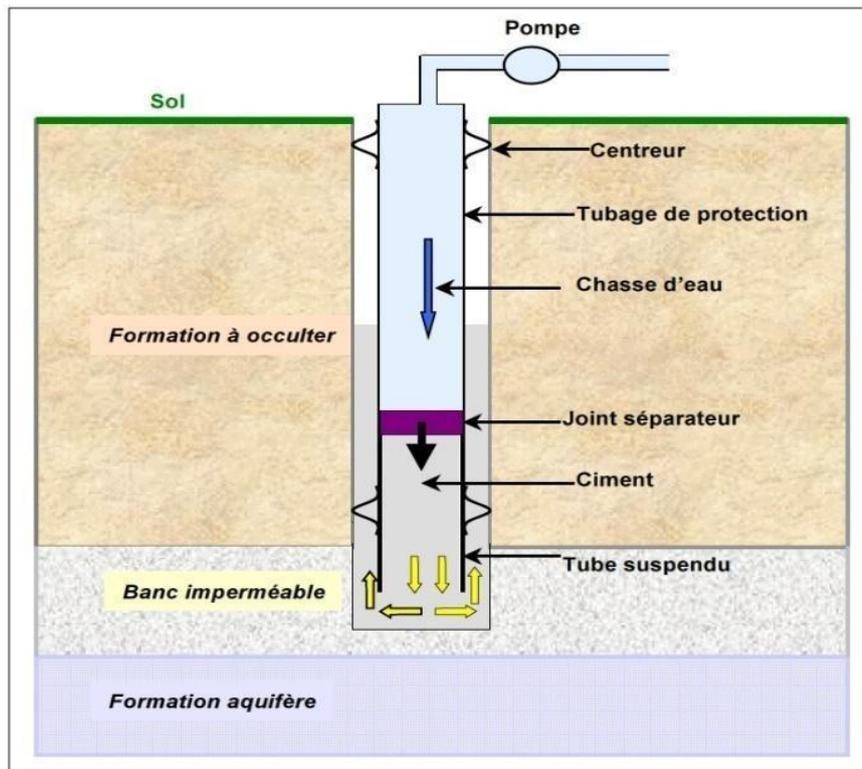


Figure 15-Cimentation par tube suspendu (BRGM).

II\1- 4-4 Cimentation par canne dans l'annulaire :

Une garniture de petit diamètre (environ 1pouce) est descendue dans l'espace annulaire jusqu'au pied du tubage (ancré dans le terrain). (Fig.16). Le ciment y est injecté sous pression, si nécessaire en remontant progressivement la canne de cimentation.

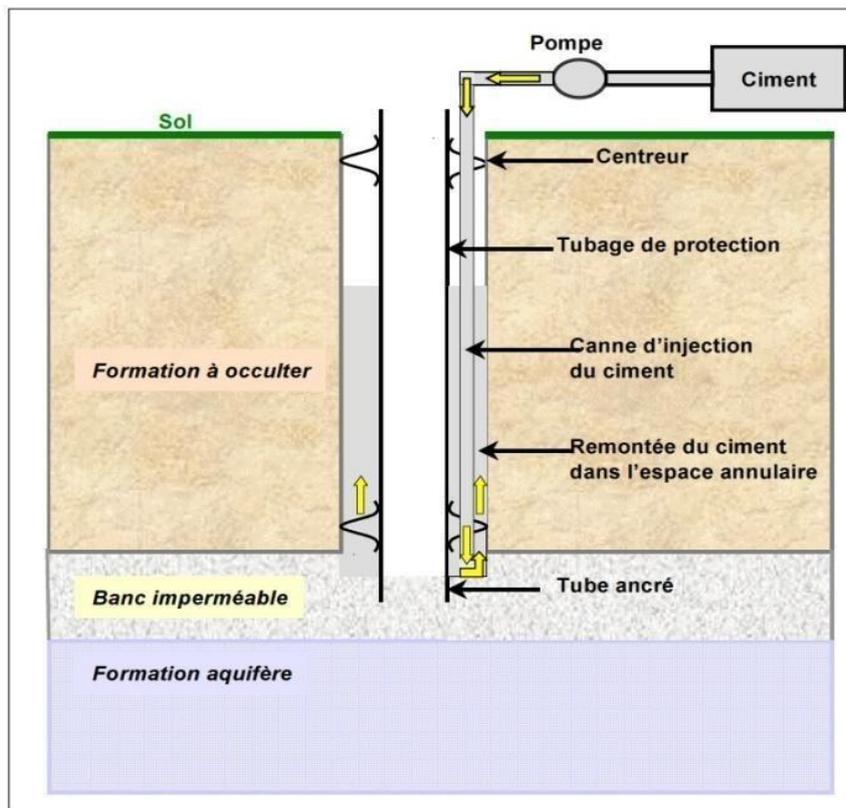


Figure 16- Cimentation par canne dans l'annulaire (BRGM).

II\3 La Définitions de la corrosion :

La corrosion, du latin “corrodere”, signifie ronger, attaquer. C'est une destruction non voulue des métaux sous l'action de milieux corrosifs (agents atmosphériques ou réactifs chimiques). Après attaque, les métaux ont tendance à retourner à leur état primitif d'oxyde, sulfure, carbonate etc., plus stable par rapport au milieu considéré et ainsi à subir une détérioration de leurs propriétés. En service les matériaux métalliques sont souvent en contact avec un milieu agressif liquide ou gazeux, donc le phénomène de corrosion est un problème de surface ou plus précisément d'interface entre un métal et un milieu agressif liquide ou gazeux ; comme il a été déjà mentionné ci-dessus le processus de la corrosion entraîne une destruction des matériaux métalliques. Ce phénomène a pris de nos jours une importance considérable, étant donné l'utilisation de plus en plus grande des métaux et alliages dans la vie moderne. [9]

Au point de vue économique la corrosion est d'une importance primordiale. On estime par exemple que chaque année le quart de la production d'acier est détruit par la corrosion, ce qui correspond environ à 150 millions de tonnes/an, ou encore 5 tonnes/seconde. Ces pertes pouvaient être supérieures s'il n'y avait pas la protection contre la corrosion.

II\3 -1 Processus de la corrosion :

La distinction peut être faite entre deux processus ;

- La corrosion en milieu humide ou corrosion aqueuse : le milieu est constitué par un liquide ou par des vapeurs humides.
- La corrosion par voie sèche ; elle est généralement associée aux hautes Températures.

Pratiquement tous les cas de corrosion peuvent être décrit ou expliqués à partir de concepts électrochimique même si au premier abord ils apparaissent comme ayant un caractère chimique. Ainsi la réaction fondamentale d'un métal M est la réaction anodique :



A laquelle est couplée une réaction cathodique qui sera dans la plupart des cas :



Où



n :il exprime la quantité de substance en mol.

Il en résulte que le métal attaqué sera l'anode couplée à une cathode sur laquelle se produira l'une des trois réactions précédentes. Il y a donc constitution d'une pile électrochimique.

La plupart des réactions de corrosion ont lieu en présence de l'eau dans la phase liquide ou sous forme de vapeur condensée.

II\3 -2 Les types de corrosion d`un métal :

Il existe trois types de corrosion la corrosion chimique, la corrosion électrochimique, la corrosion bactérienne

II\3 -2 -1 La corrosion chimique :

Corrosion chimique (sèche)

Il s'agit d'une réaction hétérogène entre une phase solide (le métal) et une phase gazeuse. Le processus d'oxydoréduction de la corrosion chimique se déroule dans le domaine atomique avec le milieu ambiant sans présence d'électrolyte. Donc la corrosion purement chimique ne fait donc pas intervenir le passage d'un courant électrique, un flux électronique cesse, car l'échange d'électrons entre les différents partenaires de réactions s'effectue directement. L'air renferme l'oxygène, de la vapeur d'eau et des vapeurs acides (anhydride carbonique CO_2 et sulfureux SO_2 , hydrogène sulfureux H_2S etc.) ce sont les agents corrosifs mais le plus souvent c'est le CO_2 . On admet que la formation de la rouille est alors la résultante de l'action de tous ces corps, mais il faut qu'un acide soit présent, même en protection faible pour que l'attaque puisse se produire.

L'attaque du métal par une réaction chimique avec le milieu ambiant sans intervention du courant électrique nécessite généralement des températures élevées, la réaction qui se produit est de la forme :



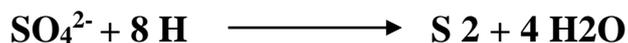
Il est très difficile de donner des exemples de corrosion purement chimique, puisque le plus souvent elle est accompagnée de corrosion électrochimique. On peut considérer comme corrosion chimique l'attaque d'un métal par un autre métal liquide (Hg), par un seul fondu ou par une solution aqueuse (Al dans CCl₄ le tétrachlorure de carbone) l'exemple de la corrosion sèche en atmosphère oxydante à haute température. [9]

II\3 -2 -2 La Corrosion bactérienne :

C'est l'attaque bactérienne des métaux en particulier dans les canalisations enterrées. Le mécanisme de ce mode de corrosion peut être de plusieurs types.

-Chimique par production de substances corrosives telles que CO₂, H₂S, H₂SO₄, NH₃ ou d'un acide organique, le cas le plus répandu est celui rencontré dans les canalisations enterrées et déterminé par la formation d'acide sulfurique qui attaque le métal.

-Certaines bactéries peuvent réduire les sulfates par l'intermédiaire d'hydrogène.



L'hydrogène provient par exemple des régions cathodiques, il y a donc dépolarisation des cathodes et formation accélérée de Fe²⁺ aux anodes.



Dans certains cas, on peut observer sur les canalisations des dépôts adhérents résultant de l'attaque, non pas du métal lui-même, mais celle de certains constituants du milieu ambiant par des bactéries. Il en résulte la formation de piqûres sur le métal, à l'endroit où s'est produit le dépôt, suivant un processus de corrosion par différence de concentration en oxygène. [9]

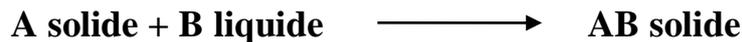
Le développement de ce type de corrosion dépend :

- Le PH

- De la température.
- De la teneur en oxygène dissous.

II\3 -2 -3 La Corrosion électrochimique :

C'est le phénomène de corrosion le plus important et elle se manifeste lorsque le réactif est un liquide ou lorsqu'il existe une hétérogénéité soit dans le métal ou dans le réactif, présentant une dissymétrie de composition. L'existence de ces hétérogénéités détermine la formation d'une pile, alors un courant électrique circule entre anodes et cathodes dans le réactif et les zones qui constituent les anodes sont attaquées (corrodées). Pour une corrosion électrochimique on a :



En général il n'existe pas un métal idéalement pur, il contient toujours des hétérogénéités physiques ou chimiques dont le potentiel de corrosion est en général différent de celui de la matrice. C'est à dire les métaux ne sont pas monophasés lorsqu'ils sont plongés dans le réactif. Même pour un alliage, si ces éléments d'addition sont en solution solide, on ne peut pas les considérer comme parfaitement monophasés, car ils présentent toujours des inclusions. Oxydes, sulfures ou bien des régions écrouis. Donc les légères différences de propriétés chimiques ou physiques entre les différentes parties du métal déterminent une électrode composite (cellule électrochimique) qui contient des micro-cathodes et des micro-anodes en court-circuit, c'est à dire formant des couples électriques (piles). Lorsqu'une électrode composite est plongée dans un électrolyte, ce qui est toujours réalisé, elle est donc le siège d'un phénomène de corrosion électrochimique et les anodes sont attaquées avec une vitesse qui dépend de l'intensité du courant débité par les piles locales. [9].

II\4 Les principales formes de corrosion

II\4 -1 La corrosion généralisée ou uniforme :

Un enlèvement uniforme, régulier de matière provenant et de la surface du métal est le modèle habituel de corrosion uniforme. Pour la corrosion uniforme, toutes les parties de la surface du métal sont exposées de la même manière à l'environnement corrosif. Ces conditions ne prévalent pas généralement dans les équipements utilisés aussi un certain degré de non-conformité est toléré par la définition. Dans ce cas la vitesse de corrosion est généralement facile à prévoir avec une précision suffisante pour déterminer la durée de vie probable d'un appareil.



Figure 17- Image montrant la corrosion généralisée.

II\4 -2 Les corrosions localisées :

A la corrosion uniforme, on oppose un ensemble d'autres formes de corrosion dites localisées. En effet, la différence de la situation précédente ces formes de corrosion n'intéressent que certains sites de la surface ; ces derniers ne comportent que des zones anodiques par opposition aux parties non attaquées qui sont des zones cathodiques.

Dans la plupart des cas, la perte de matière est faible voire insignifiante.

II\4 -2 -1 La Corrosion par piquûre :

Dans certaines conditions d'environnement, les métaux et alliages protégés par un film passif peuvent subir une attaque par piquassions, lorsqu'il se produit une rupture localisée du film. Ces piqures se localisent en certains points de la surface métallique, elles développent de façon insidieuse et s'auto propagent : au fond de la cavité créée, l'hydrolyse des ions métalliques dissous entraîne une augmentation du degré d'acidité, ce qui entretient le phénomène de corrosion.

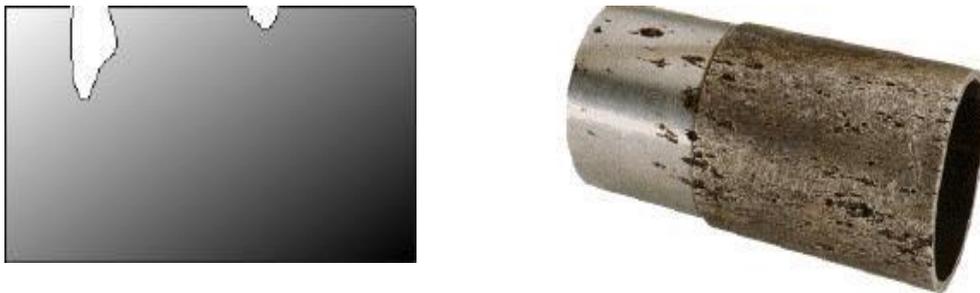


Figure 18- Images montrant la corrosion par piquûre.

II\4 -2 -2 La Corrosion inter granulaire :

C'est une attaque sélective aux joints de grains, par suite d'hétérogénéités locales : appauvrissement de l'un des constituants ou au contraire, enrichissement par suite de précipitation lors d'un traitement thermique par exemple. Il a alors création de piles locales avec dissolution des zones anodiques.

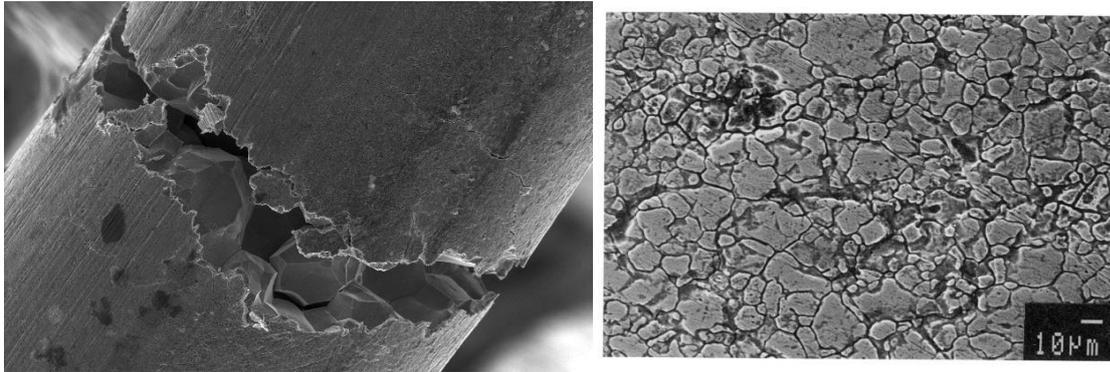


Figure 19- Images montrant la corrosion inter granulaire.

II\4 -2 -3 La Corrosion par crevasse :

Appelée aussi corrosion caverneuse, elle est due à une différence d'accessibilité de l'oxygène entre deux zones d'une structure métallique. Il y a alors une attaque des parties métalliques les moins accessibles à l'oxygène.

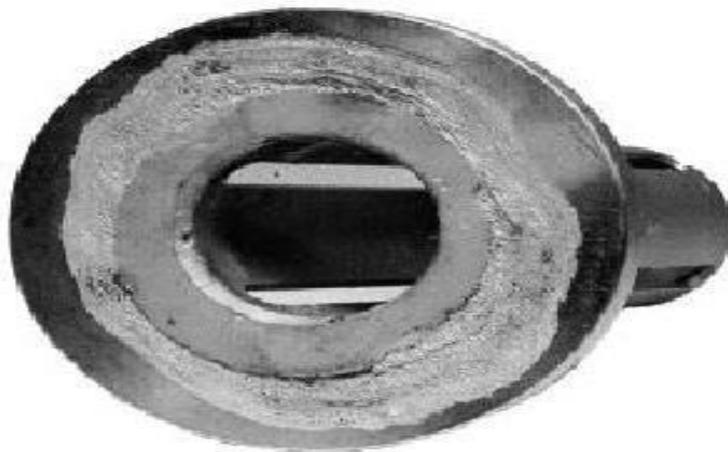


Figure 20- Image montrant la corrosion par caverneuse.

II\4 -2 -4 La Corrosion galvanique :

Il s'agit de l'attaque préférentielle de la phase la moins noble d'un alliage comportant deux phases ou de la corrosion pouvant exister entre au moins deux matériaux métalliques placés dans le même environnement

Il y a formation d'une pile. En cas de couplage, plus les métaux en présence sont éloignés sur l'échelle galvanique, plus la pile formée dispose d'énergie pour provoquer les transformations. Les phénomènes de corrosion sont amplifiés à la fois dans la cinétique de dégradation et dans la génération d'ions dans le milieu biologique. La partie la moins noble est l'*anode* et la plus noble est la *cathode*. Le rapport de surface anode/cathode joue un rôle très important.

Il faut retenir que, plus l'anode est de petite taille, plus la vitesse de dissolution est élevée. Ce fait a une grande importance dans la pratique clinique en odontologie, en particulier lors du choix des alliages utilisés pour les réalisations prothétiques.



Figure 21- Image montrant la corrosion galvanique.

II\ -4 -2 -5 La Corrosion et dissolution sélective :

C'est l'oxydation d'un composant de l'alliage, conduisant à la formation d'une structure métallique poreuse.



Figure 22- Image montrant la corrosion et dissolution sélective.

II\4 -2 -6 La Corrosion par frottement

C'est la détérioration qui se produit à l'interface entre des surfaces en contact, suite à la conjugaison de la corrosion et d'un faible glissement réciproque des deux surfaces.



Figure 23- Image montrant la corrosion par frottement.

II\4 -2 -7 La Corrosion sous contrainte et fatigue-corrosion :

C'est une fissuration du métal qui résulte de l'action commune d'une contrainte mécanique (force de traction) et d'une réaction électrochimique. La corrosion sous l'effet de la fatigue est due à l'application répétée des contraintes.



Figure 24- Image montrant la corrosion sous contrainte.

II\4 -2 -8 La corrosion – érosion :

Ce type de corrosion est produit par le mouvement du fluide sur la surface d'un métal. L'aspect mécanique du mouvement est important. Des phénomènes de turbulence, de collision, de couplage galvanique, peuvent contribuer à détruire les films protecteurs et entraîner des vitesses de corrosion très élevées sur des matériaux par ailleurs très résistants à l'état statique.

La surface endommagée est marquée de sillons, de ravins, de trous ayant un aspect directionnel Caractéristique.

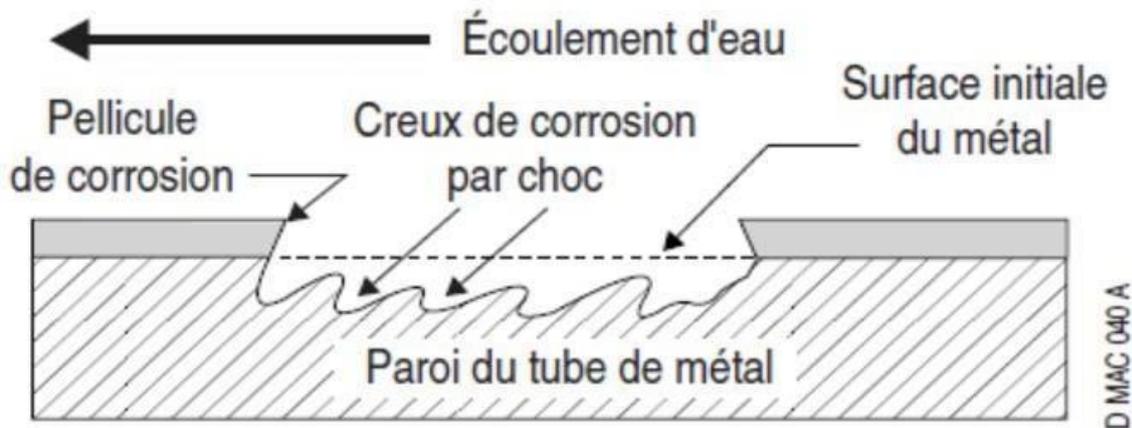


Figure 25- Image montrant la corrosion- érosion.

II\4 -3 Les facteurs de la corrosion :

Les phénomènes de corrosion dépendent de plusieurs facteurs qui peuvent être classés en quatre groupes principaux tels que les :

II\ -4 -4 Les facteurs définissant les modes d'attaque :

- Facteurs métallurgiques,
- Facteurs définissant les conditions d'emploi,
- Facteurs dépendant du temps.

Tous ces facteurs sont représentés sur le tableau suivant :

Facteur définissant modes d'attaque	Facteur métallurgique	Facteurs définissant les conditions d'emploi	Facteurs dépendant du temps
-concentration du réactif - teneur en oxygène -PH du milieu -addition inhibiteurs -température -pression	-composition de l'alliage -procède d'élaboration -traitements mécanique -traitements thermiques -additions protectrices	-état de surface -forme des pièces -solllicitations mécaniques -emploi d'inhibiteurs -procèdes d'assemblage	-vieillissement -tensions mécaniques -température -modification des revêtements protecteurs

Tableau 3- Les facteurs définissant les modes d'attaque.

III\ -1 Les Moyens de protection contre la corrosion :

La corrosion étant le résultat de l'action entre deux partenaires, le métal ou l'alliage d'une part, et la solution (réactif), d'autre part. Il sera impossible de lutter contre ce phénomène, en agissant sur l'un ou l'autre des deux partenaires. En ce qui concerne la solution, il est, la plu part du temps, impossible de modifier sa nature. Seule l'addition de faibles quantités d'un corps appelé inhibiteur de corrosion pourra être faite.

Généralement, il est plus facile d'agir sur la nature du métal, par exemple, en utilisant un métal noble ou un alliage inerte chimiquement ou passif dans le milieu considéré. Donc la protection contre la corrosion a pour but de garantir une certaine durée de vie à un matériau pour un coût minimal. [9].

Les méthodes essentielles de protection de prévention contre la corrosion sont les suivantes :

- Prévention par une forme adaptée des pièces.
- Prévention par un choix judicieux des matériaux.
- Protection par revêtements.
- Protection par inhibiteurs de corrosion.
- Protection électrochimique.

III\3-Conclusion :

Nous avons exposés comment se produit le processus de corrosion des tubages et les tubages des puits et ses différents types, et bien que ce ne soit pas un problème facile (la corrosion), surtout lorsqu'il se produit dans la profondeur du puits, nous avons évoqué également les différents types de corrosion (définition, causes et remèdes), en particulier la corrosion touchant le tubage ou cuvelage de forage pour le puits et restent la seule solution pour éviter et maintenir la structure de l'ouvrage en général.

Le chapitre a été achevé par le tubage, types norme API, diamètre et appellation des colonnes suivant les phases de forage.

PARTIE PRATIQUE

Chapitre III

Diagnostic du forage

I\1 Introduction :

Dès qu'un problème dans le forage ou un doute survient quant à la qualité ou quantité d'eau provenant d'un puits, il convient de faire réaliser un diagnostic de forage, ce diagnostic permettra d'engager uniquement, et avec précision, les travaux nécessaires. Dans ce chapitre nous parlerons sur des méthodes les plus importantes par lesquelles le puits **OA-5** de l'Hadeb a été diagnostiqué.

I\2 Localisation de puits OA-5 de l'Hadeb :

Le puits OA-5 de l'Hadeb est situé selon les coordonnées géographiques (X : 05° 21' 00" E, Y : 31° 54' 00" N , Z : 130 m). Et dans l'agglomération d'l'Hadeb.



Figure 26- Localisation de puits OA-5 de l'Hadeb.

I\ - 3 Destination le forage OA-5 de l`Hadeb :

Le forage " OA-5" est destiné pour l`alimentation des eaux potable "AEP" et d`élargir l`environnement d`irrigation dans zones agricoles dans le quartier de l`Hadeb.

I\ - 4 La coupe technique forage OA-5 de l`Hadeb :

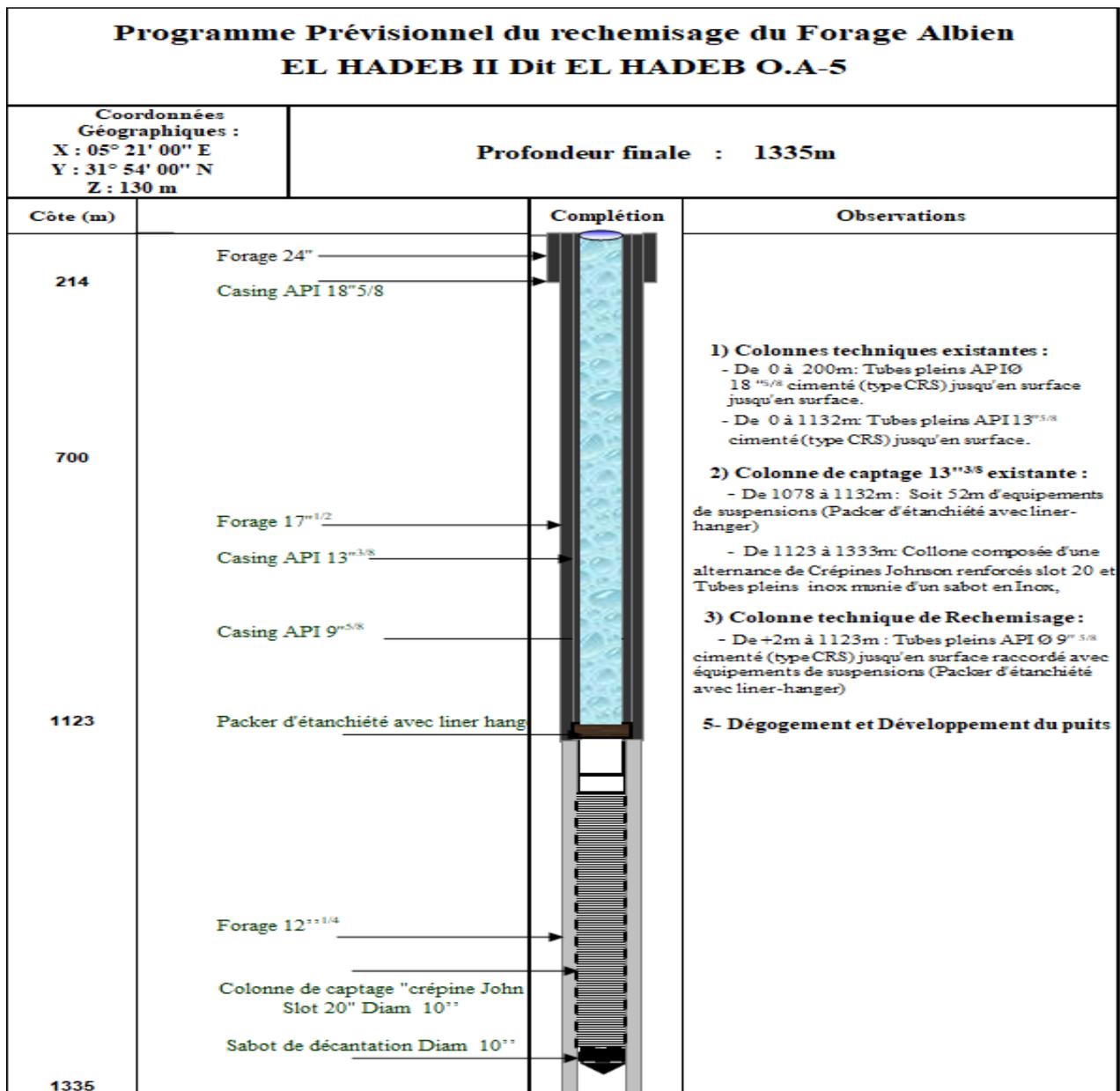


Figure 27- La coupe technique forage OA-5 de l`Hadeb.

I\ - 5 La colonne stratigraphique forage OA-5 de l'Hadeb :

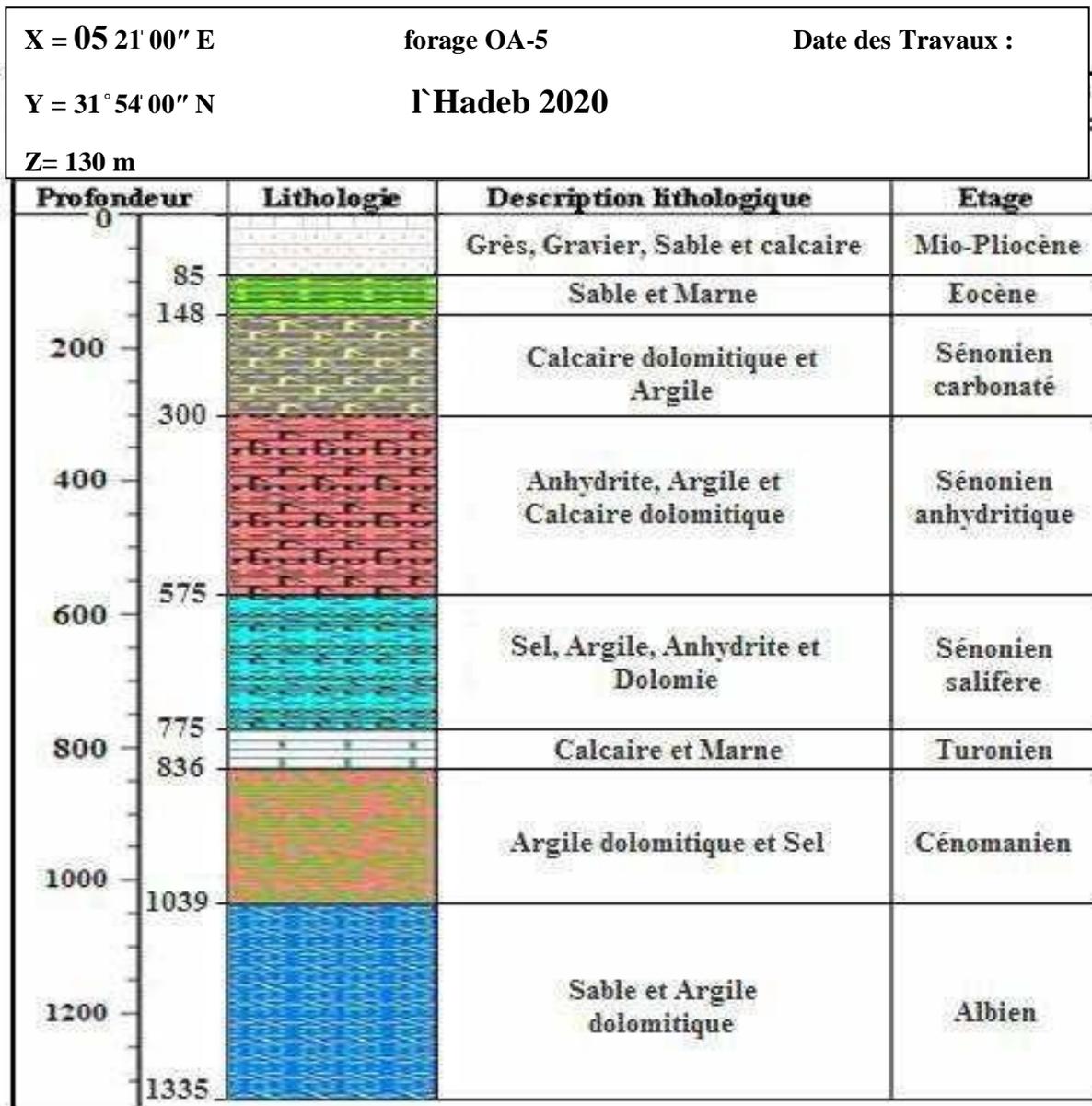


Figure 28- La colonne stratigraphique forage OA-5 de l'Hadeb.

II\1 Le problème de corrosion de tubage de forage 0A-5 de l'Hadeb :

L'un des anciens puits, le puits OA-5 dans la région d'Al-Hadeb, où s'est produit le problème de corrosion sur la colonne de surface, a été enregistré de fuite à 10 mètres affectant le casing 13''^{3/8} la colonne de captage. Le casing (API) 18 ''^{5/8} qui s'étend de la surface au côté de 200 mètres, et ce tubage est la colonne technique du puits OA-5. Cette corrosion a mis le tubage en contact avec la zone cimentée et a interagi avec le matériau de ciment et les composants de la couche géologique de cette phase, par conséquent, l'agressivité du milieu a corrodé les tubages de puits. (cette eau peut être un environnement agressif pour la plupart des matériaux, ce qui en fait une cause majeure de corrosion et d'endommagement de divers métaux et alliages).

II\2 Les méthodes de diagnostic à l'intérieur du puits :

II\2 -1 La diagraphie de corrosion :

Une gestion efficace à long terme des puits d'eau et de pétrole n'est possible que par une surveillance opportune de l'intégrité des tubes et des tubages. GR Energy Services propose une surveillance avec la société de services pétroliers et Magnetic Imaging Defectoscope (MID), qui détecte et quantifie efficacement la corrosion des tubes et du tubage en un seul voyage dans des puits avec jusqu'à trois barrières sans tirer le tube.

L'outil MID est livré avec deux ou trois capteurs : court, moyen et long. Chaque capteur possède une paire de bobines électromagnétiques, un générateur et un récepteur. Ces bobines génèrent des impulsions électromagnétiques de haute énergie et le taux de décroissance du champ magnétique créé est enregistré au fil du temps.

Le choix d'utiliser un outil à deux ou trois capteurs dépend du nombre de barrières à étudier.

Les perturbations de champ causées par des défauts dans différentes barrières entourant l'outil diffèrent en temps de décroissance, permettant une visualisation séparée de chaque barrière. La perte de métal dans l'une des deux barrières concentriques les plus internes est quantifiée à l'aide d'un modèle informatique de simulation d'épaisseur.

Les réponses complexes et la détection précise des variations d'épaisseur de métal dans trois tuyaux individuels sont interprétées via une modélisation numérique précise, par exemple la figure 29 montre la diagraphie de corrosion.

En plus des journaux d'épaisseur, le logiciel MID peut identifier les signatures électromagnétiques de divers composants de finition tels que les packers, les écrous en X et les portes latérales coulissantes (SSD) sliding side doors [8].

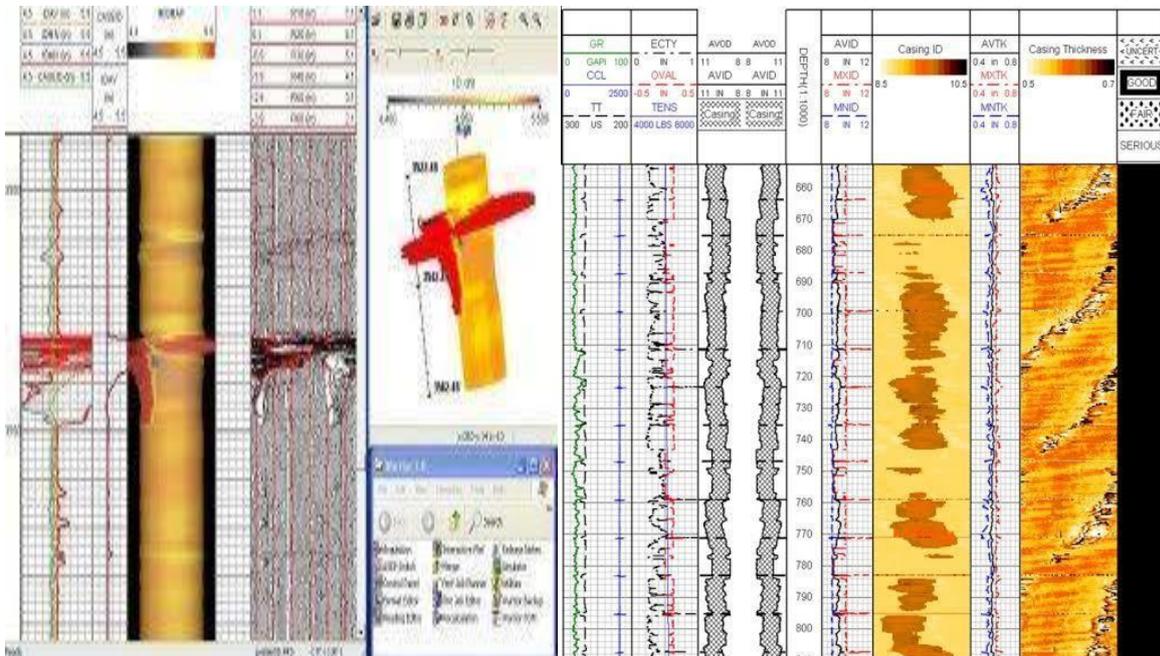


Figure29- Images montant la diagraphie de corrosion d'un tubage de forage.

II\2 -2 Mesure du diamètre de trou (diagraphie de caliper) :

La mesure du diamètre de trou est réalisée à l'aide de 04 ou 06 bras articulés symétriquement, reliés à un curseur d'un potentiomètre. Un simple étalonnage permet de passer des résistances au diamètre. L'outil comprend 04 ou 06 bras couplés par paire. Un intégrateur de volume. Une cartouche d'inclinomètre permettant la mesure en continu de l'angle et de l'azimut de la déviation trou.



Figure 30- Images montant la diagraphie de caliper.

II\2 -3 La mesure de la température :

On descend avec l'outil diagraphique un thermomètre qui va donner une mesure de la température au fond du trou. Si on répète l'opération à chaque descente d'outil on observe généralement une croissance des températures ainsi mesurées avec le temps qui traduit une tendance à l'équilibre, au retour à la température initiale du terrain. A partir de ces différentes mesures on peut extrapoler la température initiale.

II\2 -4 La diaggraphie de contrôle de cimentation :

La mesure de la qualité de la cimentation : c'est la mesure, par méthode acoustique, de la qualité du comblement, par le ciment de l'annulaire formé entre le tubage et la formation. Il faut savoir qu'un tubage en acier parfaitement adhérent à la formation par l'intermédiaire du ciment, est pratiquement transparent et ne perturbera pas les temps d'arrivée des ondes de compression transitant par la formation. Par contre, un tube libre réalise un véritable court-circuit dans la transmission de l'onde de compression, elle transite alors exclusivement par l'acier à la vitesse de celui-ci soit 5400 m/sec. Dans les terrains dont les vitesses sont inférieures à 5400 m/sec., il sera donc facile de discriminer les arrivées dues au terrain de celles dues à l'acier.

II\2 -4-1 Le principe de fonctionnement du CBL (cement bond log) :

Le principe consiste à envoyer par un émetteur un signal sonore basse fréquence (15 à 30KHz). Passé par la boue du puits, le tubage, le ciment et la formation si ces milieux sont en contact suffisant, le signal est capté par un récepteur situé sur l'outil à trois pieds de distance.

On mesure normalement l'amplitude de la première demi onde positive E1 qui est souvent l'onde de tubage. Toutefois, comme elle est fonction de la valeur moyenne de l'adhérence de ciment au tubage.

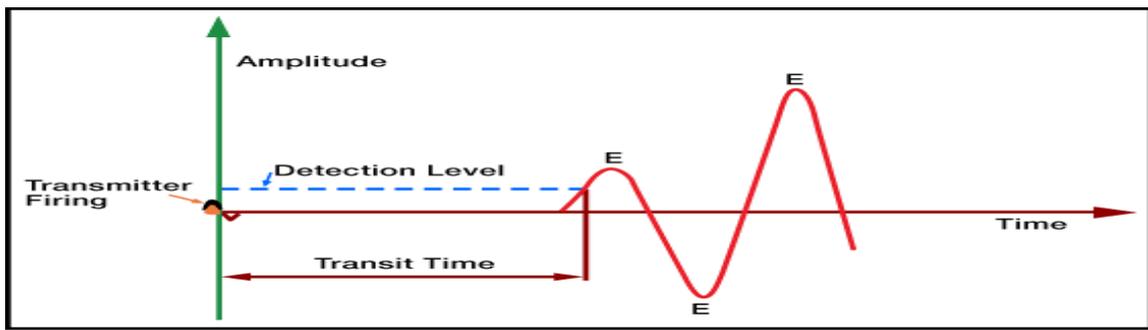


Figure31- Courbe de mesure pour CBL.

On mesure également le temps de parcours entre le moment où l’onde sonore est émise et celui où elle est détectée. Une nette augmentation de ce temps pour atteindre E3 ou E5 par rapport au trajet dans le tubage, E1 en général, est l’indication d’une adhérence avec le ciment de plus en plus forte. On a alors un saut de cycle, par exemple la figure 32 montre la diagraphie CBL.

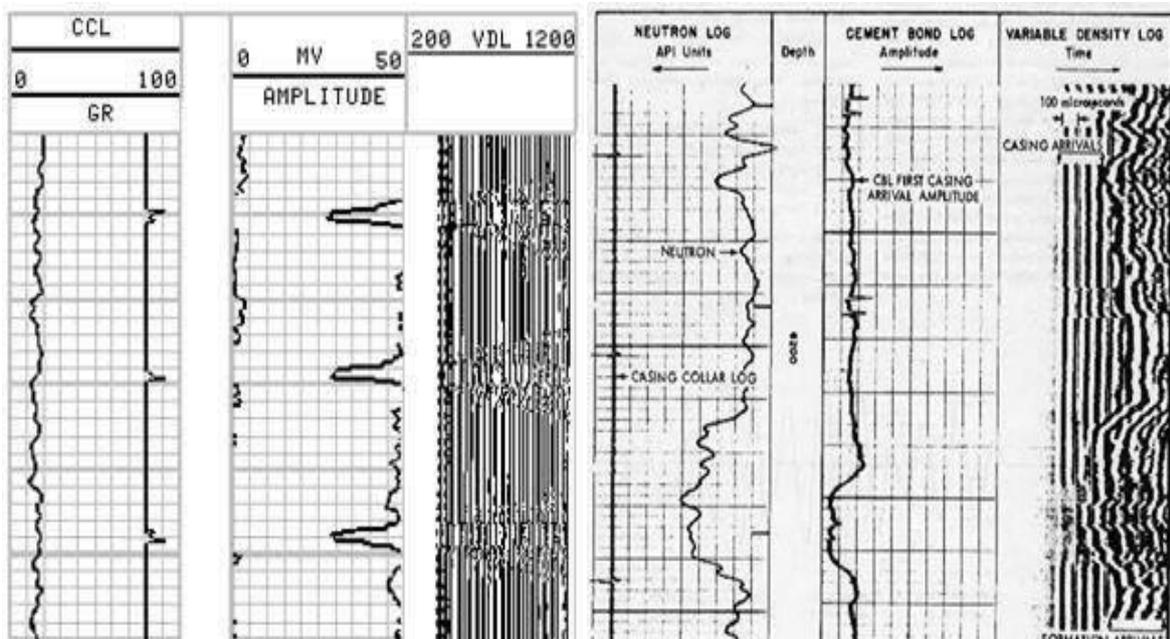


Figure32- La diagraphie de CBL.

III\ -Conclusion :

Le processus de diagnostic des puits d'eau joue un rôle important et efficace dans notre vie quotidienne car ce processus nous permet en fin de compte d'atteindre la solution au problème qui peut être difficile dans la plupart des cas, ce qui rend également impossible le processus de réhabilitation des puits. et bonne façon de diagnostiquer le puits nous permet de trouver une solution efficace à tout problème pouvant survenir.

Chapitre VI
Opération chemisage

I\1 Introduction :

Dans ce dernier chapitre, nous exposons le concept de la technique de chemisage pour le tubage du puits albien, en mettant en évidence l'objectif et le but de cette technique dans le domaine du forage d'eau et pétrolier, nous détaillons la façon de mettre en œuvre cette technique dans le puits OA-5.

I\2 Définition de la technique de chemisage en forages Albiens :

Le terme chemisage tire son origine du (n.m) chemise, et qui signifie :

1- Opération de fabrication d'une chemise.

2- (technologie) qui fait de garnir d'un revêtement métallique de protection, ce revêtement.[10] est une technique de réhabilitation de forage, qui est réalisée dans des puits profonds où il y a eu corrosion au niveau des tubages ou cuvelage de puits à une certaine profondeur de ceux-ci et généralement ces puits sont anciens (par exemple, cette technique a été mise en œuvre dans un ancien puits et qui était dans les années 1980 dans la région de Tamasin à Touggourt, [source A..N.R.H], et cette technique consiste à la descente des nouveaux tubages de puits avec des diamètres relativement petits sont plus petits que les diamètres des tubages anciens ou niveau où le problème de corrosion s'est produit, après quoi un volume de ciment liquide est injecté dans la cavité (entre les anciens et les nouveaux tubages ajoutés), et l'espace est rempli avec le ciment prédéterminé dont la quantité correspond au volume du vide dans la cavité, au moyen d'une boue d'forage dont le poids est lourd pour pousser le ciment dans la cavité qui a été prise en compte.

II\1 Les buts de la technique de chemisage en forages Albiens :

Cette technique a également de nombreux et importants objectifs dans ce domaine, parmi les plus importants de ces objectifs, nous mentionnons :

- Préservation la qualité des eaux souterraines du puits et ainsi que le cas de forage OA-5.
- Prolongez la durée de la vie de l'ouvrage (longévité) grâce au double cimentation et double tubage dans la phase concernais.

II\2 Le rôle de la technique de chemisage :

Le technique de chemisage n'est pas nouveau en raison du problème de corrosion, car elle est courante dans le domaine de forage, et elle joue un rôle très important, notamment du côté économique car elle est toujours centrée sur la plupart des projets, en particulier dans ce domaine, surtout il ya d'autres rôles que nous mentionnons :

- Le technique est également une solution rentable et peu coûteuse comparé au bouchage de puits OA-5ou fonçage d'un nouveau forage.
- Renforcer les faiblesses causées par la corrosion au niveau de tubage de forage.
- Évitez les fuites causées par la corrosion.
- Maintenir ou entretenir le tubage de puits à la phase cimenté, cas puits OA-5.

II\3 Le principe de la réalisation de la technique de chemisage :

D'une manière générale, le principe de cette technique consiste à ajouter un nouveau tubage de diamètre 9" de la surface du puits jusqu'à la cote 1123 m jusqu'à la nappe albienne, pour renforcer et protéger l'ancien 13" tubage de forage et la colonne technique 18" aussi, contre le problème de corrosion et réparation de fuite dans le puits, et aussi la contamination des eaux souterraine (préservation de l'ouvrages des eaux), ça signifie la longévité de puits (la durée de l'ouvrage), enfin nous avons double tubage et double cimentation.

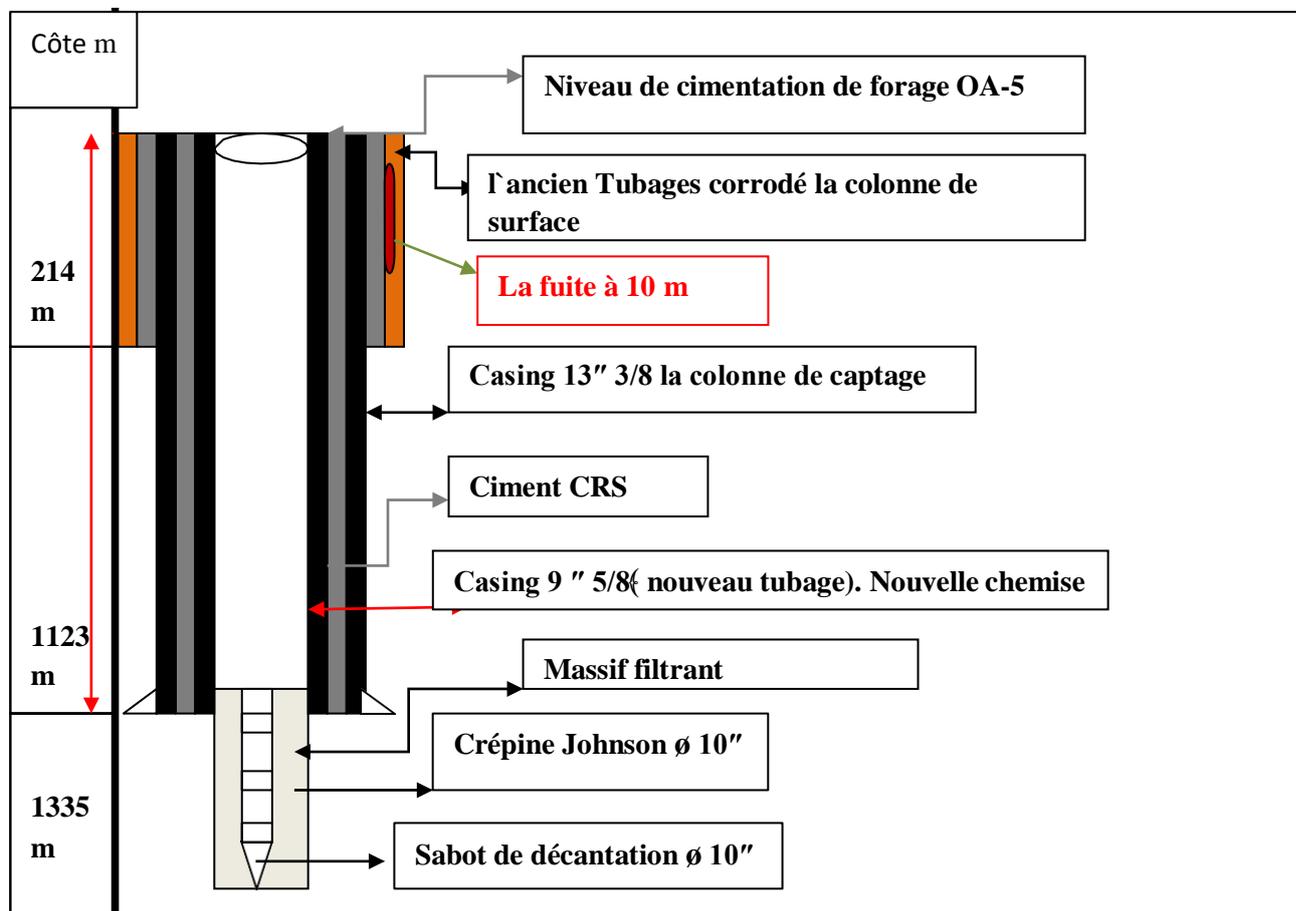


Figure 33 -Schéma de la technique de chemisage du puits corrodé.

Remarque :

Dans le schéma précédent la crépine 10" dans le casing 9 " également cela montre dans la coupe technique de forage OA-5 donnée par AN.R.H, car nous n'avons pas reçu suffisamment d'informations par A.N.R.H.

II\3 -1 Les étapes de réalisation le technique de chemisage :**II\3 -1-1 Mise en place du tubage 9''5/8 dans le forage OA-5 :**

Pour éviter les risques d'effondrement de terre dans le trou du forage (qui sont de plus en plus importants si la profondeur du forage devient importante), on recommande de placer le tubage le plus rapidement possible et pour assurer le succès du processus de chemisage dans le forage, donc pose d'un tubage API d'un diamètre 9''5/8 la colonne technique de chemisage suivi d'une (cimentation) entre casings existante 13''3/8 X 9''5/8 de la surface jusqu'à la côte 1123m a la nappe albienne, et aussi que de côte 1079 à 1132 m la descente ou pose 53 m d'équipements de suspensions packer d'étanchéité avec liner hanger jusqu'à la nappe albien a la côte 1132 m et la descente de tubage 9''5/8 avec son d'équipements de suspensions, aura été arrêté 1à 2 mètres plus bas que la cote demandée du sabot de tubage 13''3/8 (par sécurité).

Le plan de tubage (longueur et emplacement de tubes pleins et de tubes crépines) s'établit en fonction de la coupe hydrologique et hydrogéologique du forage.

Le bas du tubage doit être constitué d'un tube plein d'environ 0,5 m

bouché à sa base, Le tubage ne descend pas toujours jusqu'au fond du forage, il est nécessaire de réduire la longueur du tubage de 0,5 à 1 m par rapport à la profondeur réelle forée, Le dernier tube doit être au-dessus de la surface de sol d'environ 0,5 m.

Le tubage doit descendre librement sous son poids propre, Il est recommandé parfois de descendre le tube sans bouchon de fond pour pouvoir glisser le long des parois puis on obture le fond du forage par un laitier de ciment (Dr.Mehdi. Metaiche octobre 2013 université -bouira) .



Figure 34- Image montrant la descente du tubage de forage.

II\3 -1-2 La préparation du trou avant l'injection :

En fin de descente de la colonne de tubage, la colonne si celle - ci est équipée de racleurs avant la descente, pour assurer un nettoyage complet contre le contaminant dans le casing, La colonne descendue dans le trou reste suspendue à l'élévateur ; Elle est surmontée d'un tube de manœuvre court qui permet l'installation commode de la tête d'injection.

IV\ 1-Réalisation de la cimentation :

Les conduites servant à l'injection du laitier et à la chasse, sont testées à l'eau claire, en fonction de la pression finale de refoulement, et l'on procède ensuite à

IV\ 1-a) Injection du laitier de ciment :

Aussitôt le tampon d'eau injecté, la pompe est arrêtée, le bouchon de cimentation inférieur est libéré (pour une tête à deux bouchons) par manœuvre de la tirette (ou de la demi-axe sur certains modèles) et en pompant au-dessus après avoir préparé les vannes en conséquence. Pendant le trajet du laitier dans le tubage, ce bouchon empêchera le contact laitier boue.

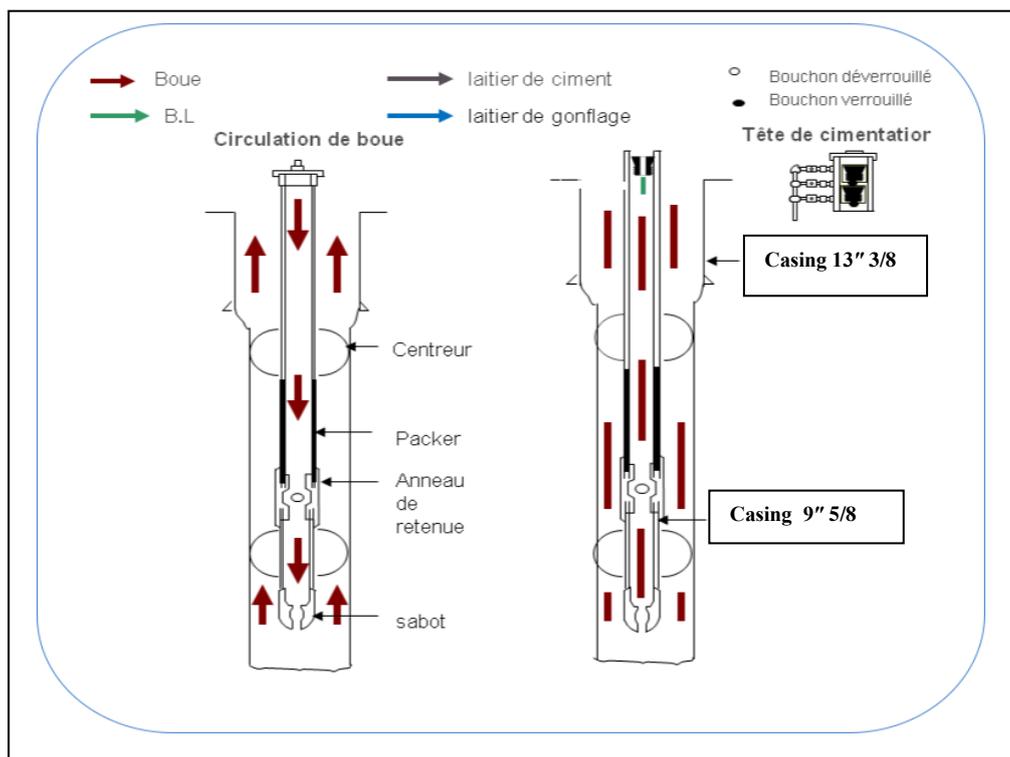


Figure 35- la cimentation en présence du packer.

IV\ 1-b) Injection de la boue de chasse :

Tout le volume de laitier fabriqué ayant été pompé, il faut chasser le laitier restant en place à l'intérieur du tubage pour l'amener dans l'espace annulaire. Cette chasse se fera en pompant au-dessus du bouchon de cimentation supérieur un volume de boue qui sera égal au volume intérieur du tubage jusqu'à l'anneau de retenue (diminué du volume du tampon d'eau si l'on en a utilisé un). L'arrêt de l'injection de la boue de chasse sera déterminé généralement par le coup de pression qui indique l'arrivée du bouchon supérieur au niveau de l'anneau de retenue **float collar**. Toutefois, il est bon de contrôler le volume de boue pompée par mesure dans les bassins. Ceci permet en outre de ne laisser qu'une pompe vers la fin de la chasse pour ne pas risquer une montée trop brutale en pression (sans danger cependant si la soupape de sécurité de la pompe est tarée convenablement). La mesure du nombre de coups de piston des pompes est une méthode peu précise et qu'il ne vaut mieux pas utiliser (pompes qui se désamorcent par exemple).

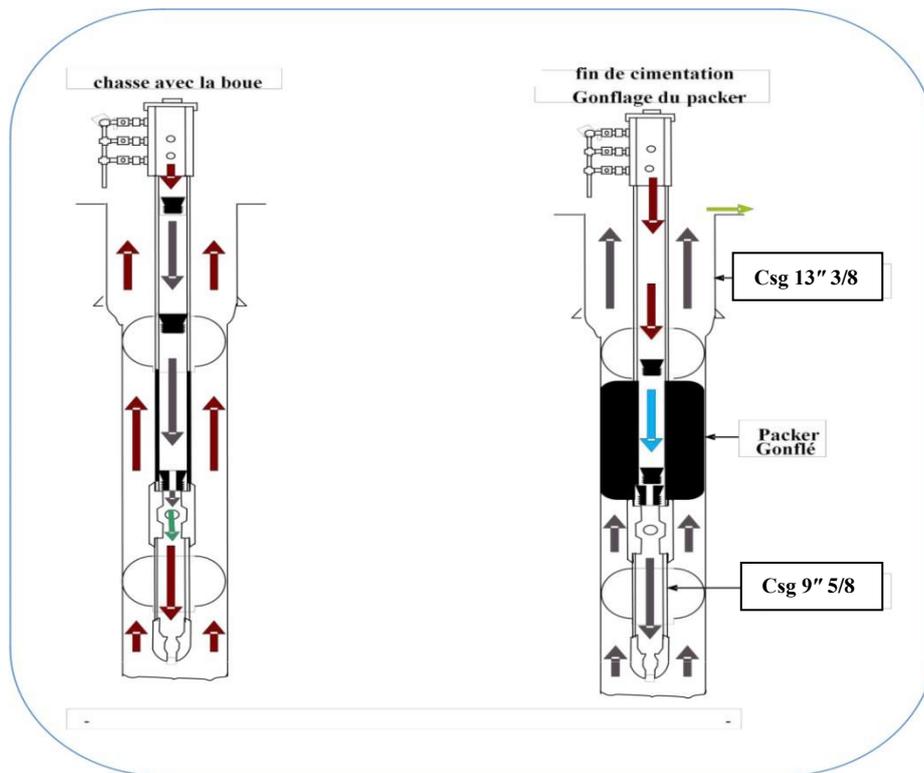


Figure 36- la gonflement du packer et la cimentation en cours.

Remarque :

La Packer d'étanchéité :

C'est un packer gonflable faisant partie intégrante de la colonne de tubage ou du Liner. Il inclut un mécanisme de valve d'inflation pour gonfler l'élément et créer un joint entre le casing et le découvert.

Toutes ces étapes sont considérées comme la clé du processus de réalisation de chemisage du forage OA-5 et jouent un rôle essentiel pour le succès de cette technique.

VI\ -2 Conclusion :

Dans ce dernier chapitre, nous avons abordés la description de la technique de chemisage d'un puits d'eau chemisage et cimentation et technique de suspension au packer gonflable. Afin d'isoler la partie corrode et par conséquent éviter la perte d'eau au niveau 10 mètres.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Le mémoire intitulé : chemisage d'un ancien forage d'eau albien (OA-5) à la commune d'Elhadéb ouargla.

Notre étude est passée par une partie théorique qui représente le carte d'identité du forage étudié et son environnement géographique, géologique et hydrogéologique.

Le chapitre suivant porte toutes les techniques de diagnostic qui met en évidence les lieux exacts des fuites d'eau à travers le tubage, puis déterminer le type de corrosion et leurs degrés de gravité.

Le chapitre d'après ; décèle d'une manière détaillée ; le phénomène corrosion : types, causes et remèdes, afin de mieux connaître le phénomène.

La partie pratique commence par un troisième chapitre, qui diagnostique le problème et qui répond aux points suivants : type de corrosion, degré de corrosion, les endroits corrodés et lieux de fuites, en citant toutes les méthodes et techniques utilisés par l'opérateur afin de mettre en évidence toutes informations nécessaires pour solutionner le problème.

Le quatrième et dernier chapitre est consacré à l'opération chemisage du puits, qui est la solution rationnelle et adéquate pour les problèmes survenus au forage albien d'el hadéb étudié, a cité :

- Dégradation de la productivité,
- Production de sable,
- Modification de la qualité de l'eau,
- Contamination bactérienne.

Conclusion Générale

Tous ces problèmes peuvent être liés à un colmatage des crépines, à une perforation avec pénétration d'eau contaminant.

La chronologie statistique de vieillissement des forages d'eau montre que les premiers problèmes sont observés après 15 ans, une périodicité normale.

Une périodicité normale de diagnostic et d'entretien de l'ouvrage varie de 3 à 6 ans, si l'on veut anticiper sur les problèmes rencontrés.

En l'absence de diagnostic et d'entretien régulier, on constate des problèmes systématiquement après 30 ans qui peuvent aller jusqu'à la fermeture du forage.

Après diagnostic, on opte pour l'opération chemisage comme solution rationnelle au problèmes du forage OA-5 d'El Hadeb, car c'est la solution la moins coûteuse sur le plan temps, économie et sécurité, devant l'autre alternatif qui est le bouchage du puits et reforge d'un nouveau forage albien.

Nous signalons que lors de l'étude de ce mémoire pratique, nous avons rencontré une carence très sensible sur la documentation et ouvrage touchant le chemisage des forages albiens, par conséquent notre mémoire sera le premier document qui entame le sujet et enrichie la bibliothèque de notre département.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Seine-Normandie. <https://sigessn.brgm.fr/>
- [2] Alberet Malbilot, le forage d'eau, Guide pratique, partie (hydrogéologie) page 12, édition : Tec et Doc - Lavoisier, 237pp, 2009 Paris.
- [3] Daniel Iman, Le Qanat perse, l'équipement d'irrigation traditionnelle, N° 1506, 2011, Iran.
- [4] Henri Goblot, Dans l'ancien Iran, les techniques de l'eau et la grande histoire, Histoire, Sciences Sociales, vol. 18, no 3, 1963, p. 499-520 (lire en ligne).
- [5] Bouselsal Boualem contribution à l'étude hydrogéologique de l'aquifère du complexe terminal de cuvette Ouargla, article octobre 2019.
- [6] Zeddouri A. caractéristique hydrogéologique et hydrochimie des nappes du CT de la région de Ouargla. Thèse doctorat, université (2008). . Annaba.
- [7] Kharroubi M. (2017) Etude hydrogéologique de CT de la vallée d'Ouargla mémoire de master, université d'Oron.
- [8] Corrosion logging by magnetic imaging defect scope.
<https://www.grenergyservices.com/completion-services/corrosion-logging/>
- [9] BENZAADA S. (document de corrosion) université de Biskra.
- [10] Dictionnaire "Cordial Dico" Français-Définition ("Dictionnaires français-français") de définitions et de synonymes.

