

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

**FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES RENOUVEALABLES ET
DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

Département des Sciences de la Terre et de l'Univers.



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue De L'obtention Du Diplôme de Master en Géologie

Option : hydrogéologie

THEME

**ETUDE QUANTITATIVE DES DEBITS DES DRAINS DE LA VILLE
D'OUARGLA**

Soutenu publiquement par :

KASMI OUALID

Le 2015 /2016

Devant le jury :

Présidente : M.DJIDEL Mohamed
Promoteur : M.ZEDDOURI Aziez
Examineur : M. MDJANI Fethi

Pr. Univ. Ouargla
M. A. A Univ. Ouargla
M. C. B Univ. Ouargla

Année Universitaire : 2015/2016

Dédicaces

Je dédie mon travail

A celui qui m'a donné vie et qui m'as apporté sans cesse

Son amour, grandes mères.

« MABROUKA »

A mon très cher père « NOURI », pour ses encouragements, son soutien, surtout pour son amour et son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.

A Ma très chère mère « KHADIDJA » qui m'a apporté sans cesse amour, Soutien et encouragement ; et qu'elle trouve ici l'expression de mes vives reconnaissances.

Mes très chères frères (TAREK et ZAKARIA et TAHER et AHMED et ATEF) Mon fiancée(SARA)mes très chères sœurs;(Mounira et Mariem et Ourida et Latifa)

Toute la famille KASMI

Tous mes amis surtout :

Sana et Sara et Fatima et Mzhoura et Afaf et Ahlem et Amara et Aboubaker et Ahmed et Jamal et Hasan et Lyasse et Chouayb et Kalil et Ala et Oussama et Adel et Salim et Brahim et Yacin oublié

Mes amis de Face Book,

Mon promos « HY » 2016

A Tous ceux que j'aime et je respecte.

KASMI OUALID

REMERCIEMENTS

Avant tous, louange a ALLOAH tout puissant pour ce qu'il Nous a donné, santé et courage, et les moyens afin que nous Puissions suivre nos études et réaliser ce travail.

Au terme de cette étude mes pensées vont vers ceux qui, Tout au long de ce travail m'ont soutenu et prodigué leurs conseils.

Je voudrai remercier plus particulièrement Ma mère et Mon père pour le soutien et l'encouragement dès ma naissance et jusqu'à présent je tiens à exprimer ma reconnaissance; Et pour la confiance qu'ils mon accordée.

Je voudrai remercier toute la famille KASMI

Je tiens à remercier sincèrement Monsieur ZEDDOURI AZIEZ, qui, en tant que Directeur de mémoire, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer.

Nous tenons à remercier les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger et d'évaluer notre travail, ainsi qu'aux enseignants du département de géologie.

Merci, a tous les enseignants du département des sciences de la terre Université Ouargla pour tous les efforts fournis durant ma formation soit dans les études de graduation et de post- graduation.

Merci a tous les amis sans exception

Merci

SOMMAIR

Dédicaces	
Remerciements	
Liste de tableau	
Liste de figures	
Introduction général	1

CHAPITRE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I-1-LE DRAINAGE	2
I-1-Objectifs.....	2
I-2-DRAINAGE SOUTERRAIN.	2
I-3-DRAINAGE DE SURFACE	3
I-4-IMPACT DU DRAINAGE	4
I-4-1-Impact du drainage sur le contenu en eau	4
I-4-2-Les sols	4
I-4-3-La qualité des eaux	4
I-4-4-Le milieu naturel	4
I-4-5-Problèmes des drains	4
I-5-LES CANAUX	5
I-5-1-Types de canaux.....	5
I-5-1-1-Les canaux naturels	5
I-5-1-2-Les canaux artificiels	5
I-6-L'ECOULEMENT A SURFACE LIBRE.....	6

CHAPITRE II: PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

II-CADRE NATAUREL	7
II-1-Présentation de la zone d'étude	7
II-2-Géologie	8
II-3-Relief	10
II-3-1-Plateau	10
II-3-2-Glacis.....	10
II-3-3-Chotts et Sebkhass	11
II-4-Contexte climatique	11
II-4-1-Climatologie	11

•	Température.....	12
•	Précipitations.....	13
•	Insolation	12
•	Le vent	12
•	L'évaporation.....	12
•	Humidité relative.....	12
II-4-2-	Synthèse climatique	13
•	Indice d'aridité de Martonne (I)	13
II-5-	Réseaux hydrographiques.....	16
II-6-	Hydrogéologie	17
II-6-1-	La nappe phréatique.....	17
II-6-2-	La nappe du complexe terminal (CT).....	18
II-6-2-1-	La nappe mio-pliocène	18
II-6-2-2-	La nappe du sénonien	18
II-6-3-	La nappe du continental intercalaire (CI)	18
CHAPITRE III: TECHNIQUES DE MESURE		
III-1-	GÉNÉRALITÉS	19
III-1-1-	Définition de débit.....	19
III-1-2-	But de la mesure de débit	19
III-1-3-	Types de mesure de débit	20
III-1-3-1-	Mesure de débit ponctuelle.....	20
III-1-3-2-	Mesure de débit en continu	21
III-2-	TECHNIQUES DE JAUGEAGE	22
III-2-1-	Définition du jaugeage.....	22
III-2-2-	Les méthodes globales	22
III-2-2-1-	Méthode volumétrique (ou capacitif).....	22
III-2-2-2-	Seuils – Jaugeurs	23
III-2-2-3-	Jaugeage par dilution	24
III-2-2-3-1-	Choix du traceur	24
III-2-2-3-2-	Choix du site	25
III-2-2-3-3-	Mise en œuvre pratique	26
III-2-2-3-4-	Injection	26
III-2-3-	La méthode complète	26

III-2-3-1-Jaugeage au moulinet.....	26
III-2-4-La méthode incomplète.....	27
III-2-4-1-Méthode de flotteur.....	27
CHAPITREIV: L'APPLICATION DES METHODES DES JAUGEAGES	
IV- Introduction	28
IV-1-Situation géographique de canal périphérique (drain principal).....	28
VI- MESURE DE DEBIT	29
VI-1-JAUGEAGE AU FLOTTEUR	29
VI.1.1-Mode de travail	31
VI.1.2-Les étapes expérimentales	31
VI.1.3-Résultat et discussion	33
A-Calcul du temps moyen	35
B-Calcul du volume	35
C-Calcul du débit	35
VI.1.4- INTERPRETATION DES RESULTATS.....	36
VI.2-JAUGEAGE AUX DILUTION	37
VI.2.1-Les étapes expérimentales	39
VI.2.2-Résultat de mesuré	41
A-Calcul du débit d'injection (constant)	42
B-Calcul du rapport C1/ C2.....	42
VI.2.3ANALYSE ET DISCUSSION	43
VI.3-JAUGEAGE AUX SEUILS	44
VI-3-1-Réalisation de la station et prélèvement de mesure	44
VI-3-2-Matériel utilisé	45
VI-3-3-Les étapes expérimentales	45
VI-3-4- RESUTATS ET DISCUSSIONS	47
VI-3-5-Conclusion générale et recommandations	48

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II: PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

Tableau 01: Données climatiques de la région d'Ouargla (1996-2014).....3

CHAPITRE IV: L'APPLIQUATION DES METHODES DES JAUGEAGES

Tableau 02 :les résultats, du distance(D) et largeur (L) et la hauteur d'eau (H) et le temps de déplacement horizontal de flotteur (temps de passage34

Tableau 03: Les valeurs de volume et temps moyens.....35

Tableau 04: Les valeurs des débits35

Tableau 05: Résultats des mesures par la méthode de dilution41

Tableau 06: Les résultats des débits42

Tableau 07: les rapport C_1/ C_2 42

Tableau 08: Volume des eaux drainées47

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I: RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Figure 01: Types de canaux 6

CHAPITRE II: PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

Figure 02:Présentation de la valle de Ouargla8

Figure 03:Carte géologique du grand erg oriental9

Figure 04:Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour Ouargla(1996-2013)15

Figure05:Situation de la station de Ouargla sur le climagramme d' Emberger.....15

CHAPITRE III: techniqueS de mesure

Figure 06:Général du jaugeage par dilution24

Figure 07: l'injection à débit constant.26

CHAPITREIV: L'APPLICATION DES METHODE DES

JAUGEAGES

Figure 08: Photo satellitaire du canal principale la zone d'étude.....28

Figure 09: Situation des points de mesure29

Figure 10: Bouteille d'eau utilisée comme flotteur, chronomètre, décamètre30

Figure 11: les repère A et B sur la canal32

Figure 12: Technique de pose du flotteur32

Figure 13: Mesurer du temps de passage32

Figure14: Mesurer la distance (D) à l'aide du décamètre33

Figure 15: Evaluation des débits selon la distance de drain, l'amont vers la aval36

Figure 16: les stations de mesure sur le canal principal.....	37
Figure 17: Matériel utilisé	38
Figure 18: Deux repères A et B sur la canal	39
Figure 19: Installé l'ensemble de l'essai	39
Figure 20: Le prélèvement de l'eau du canal.	40
Figure 21: La mélange d'eau avec 1kg de sel (NaCl) et du colorant (traceur) et mesuré sa conductivité.....	40
Figure 22: l'injection du traceur dans la section.....	40
Figure 23: Technique du prélèvement les échenillions.	41
Figure 24: La courbe $f(C1/C2) = Q$.....	43
Figure 25: La stations de mesure sur le canal secondaire.....	44
Figure 26: photo de canal	44
Figure 27: Panneaux en bois.....	45
Figure 28: Nettoyage de canal	46
Figure 29: L'installation de panneaux	46
Figure 30: Prendre de la hauteur d'eau	46

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II: PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

Tableau 01: Données climatiques de la région d'Ouargla (1996-2014).....3

CHAPITRE IV: L'APPLIQUATION DES METHODES DES JAUGEAGES

Tableau 02 :les résultats, du distance(D) et largeur (L) et la hauteur d'eau (H) et le temps de déplacement horizontal de flotteur (temps de passage34

Tableau 03: Les valeurs de volume et temps moyens.....35

Tableau 04: Les valeurs des débits35

Tableau 05: Résultats des mesures par la méthode de dilution41

Tableau 06: Les résultats des débits42

Tableau 07: les rapport C_1/ C_2 42

Tableau 08: Volume des eaux drainées47

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I: RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Figure 01: Types de canaux 6

CHAPITRE II: PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

Figure 02:Présentation de la valle de Ouargla8

Figure 03:Carte géologique du grand erg oriental9

Figure 04:Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour Ouargla(1996-2013)15

Figure05:Situation de la station de Ouargla sur le climagramme d' Emberger.....15

CHAPITRE III: techniqueS de mesure

Figure 06:Général du jaugeage par dilution24

Figure 07: l'injection à débit constant.26

CHAPITREIV: L'APPLICATION DES METHODE DES JAUGEAGES

Figure 08: Photo satellitaire du canal principale la zone d'étude.....28

Figure 09: Situation des points de mesure29

Figure 10: Bouteille d'eau utilisée comme flotteur, chronomètre, décamètre30

Figure 11: les repère A et B sur la canal32

Figure 12: Technique de pose du flotteur32

Figure 13: Mesurer du temps de passage32

Figure14: Mesurer la distance (D) à l'aide du décamètre33

Figure 15: Evaluation des débits selon la distance de drain, l'amont vers la aval36

Figure 16: les stations de mesure sur le canal principal.....37

Figure 17: Matériel utilisé	38
Figure 18: Deux repères A et B sur la canal	39
Figure 19: Installé l'ensemble de l'essai	39
Figure 20: Le prélèvement de l'eau du canal.	40
Figure 21: La mélange d'eau avec 1kg de sel (NaCl) et du colorant (traceur) et mesuré sa conductivité.....	40
Figure 22: l'injection du traceur dans la section.....	40
Figure 23: Technique du prélèvement les échenillions.	41
Figure 24: La courbe $f(C1/C2) = Q$.....	43
Figure 25: La stations de mesure sur le canal secondaire.....	44
Figure 26: photo de canal	44
Figure 27: Panneaux en bois.....	45
Figure 28: Nettoyage de canal	46
Figure 29: L'installation de panneaux	46
Figure 30: Prendre de la hauteur d'eau	46

INTRODUCTION GENERALE

La région de Ouargla souffre depuis longtemps du phénomène de la remontée des eaux de la nappe phréatique. Cette remontée est due essentiellement à la sur exploitation des eaux des nappes profondes, pour les besoins d'irrigation et de l'alimentation en eau potable, en plus des contraintes naturelles, telle que la topographie presque plane et l'absence d'un exutoire naturel efficace, ce qui handicap le drainage naturel de la nappe.(Victor savoie. 2010)

Un canal de drainage à été construit pour remédier le problème des eaux en excès et minimiser ses impacts de ce phénomène. Dans la ville de Ouargla, le drain contient une grande quantité d'eau qui s'accumule et circule vers les points de rejet où les plantes végétales gênent l'écoulement de l'eau.

A cause de ce problème, nous avons étudié quantitativement la vitesse d'écoulement des eaux de draina principale de Ouargla.

Pour cela, on a choisi notre projet de fin d'étude intitulé :Etude quantitative de débit de drain da la ville d'Ouargla. Pour établir ce travail, nous allons traiter les points suivants

- Le premier chapitre va être consacré à une recherche bibliographique : généralités sur les drains, Impact du drainage sur le contenu en eau, les canaux d'écoulement à surface libre
- Dans le deuxième chapitre une présentation de la région d'étude a été présentée : climatologie, hydrologie, hydrogéologie, réseaux hydrographiques.
- Dans le troisième chapitre intitulé techniques de mesure de débit : généralités sur débit, le but et types des mesures, définition du jaugeage, les différents méthodes de jaugeage.
- Dans le quatrième chapitre, nous allons faire une présentation des matériaux employés dans lest rois techniques de jaugeage qu'on va utiliser dans le but de mesurer le débit des eaux du drain principal et les drains secondaires et prés enter les résultats de chaque méthode.
- Et enfin une conclusion qui va illustrer les différentes résultats obtenues et finaliser par des recommandations afin de poursuivre ce travail et de le compléter.

I-1-LE DRAINAGE

I-1-Objectifs

Le facteur de production le plus important en agriculture ou en aménagement d'eau souterraine de premier coche de la nappe phréatique est la gestion de l'eau.

Puisque durant l'année, les précipitations sont très variables et l'alimentation régionale d'eaux (soit précipitation ou les oueds) provoque la saturation des nappes phréatiques c'est-à-dire la remonté d'aquifère phréatique en cas géomorphologie du cuvettes (Exemple de Ouargla).

Le drainage devra donc éliminer les surplus d'eau qui permettent d'emmagasiner le peu d'eau reçue dans les périodes sèches pour alimenter les plantes, et surplus les sel de terre sans causer des problématiques de conductivité et salinité de sol.

Les différentes composantes importantes de drainage :

- Le drainage souterrain.
- Le drainage de surface.
- Le réseau hydraulique. Lesquels utilisé, Ils sont tous important dans l'aménagement d'un champ de drainage. (VICTOR S, 2010)

Le rôle de gestion est:

- Gestion des ressources en eaux et des terres en créant des paysages remarquables: agrosystèmes oasiens.
- La bonne connaissance de ces ressources en vue de les préserver et les mieux gérer.
- Traitement et préservation de ces écosystèmes .

I-2-DRAINAGE SOUTERRAIN

Le drainage souterrain est une technique qui a pour but d'évacuer l'eau gravitaire du sol et d'abaisser la nappe phréatique à un niveau optimal (drain agricole) pour la croissance des plantes.

Cette technique permet de:

- Travailler le sol dans des meilleures conditions
- Améliorer la structure du sol.
- Développer un meilleur système et raciner des plantes.
- Une meilleure assimilation des engrais par les plantes.
- Ensemencer plus tôt au printemps. (Smail el borje, 2014)

I-3-DRAINAGE DE SURFACE

Le drainage de surface est une technique qui vise à éliminer toutes accumulations d'eau à la surface ainsi que l'écoulement hypodermique dans un délai raisonnable pour les plantes.

Il a comme objectifs de:

- Répartir uniformément les précipitations et favoriser leur infiltration afin d'apporter l'eau utile aux plantes.
- Evacuer l'eau de ruissellement et hypodermique, par des pentes adéquates vers les structures hydro agricoles (réseau hydraulique), sans toutefois causer l'érosion.
- Eliminer les petites dépressions, les irrégularités de la surface du sol qui créent des zones humides néfastes aux cultures et récupérer des surfaces non productives.
- Causer le moins d'inconvénients aux opérations culturales et à la machinerie agricole.
- Permettre l'entrée plus rapide et améliorer les conditions de récoltes au champ.
- Augmenter les rendements des cultures.

Les zones dépressionnaires sont des cuvettes où l'eau des environs est recueilli comme c'est le cas de Ouargla. Elles demeurent ainsi plus humides lors des pluies d'été et d'automne et au printemps. Elles ont pour conséquence, entre autres, de retarder la date d'entrée au champ, de diminuer les rendements et de rendre plus difficile la réalisation des récoltes tardives. Très souvent, les sols de ces cuvettes seront compactés puisqu'ils sont travaillés en conditions trop humides.

Le problème original s'en trouve accru, puisque la perméabilité au sol est diminuée par la compaction. C'est pourquoi, la zone humide tend à s'agrandir.(Victor S, 2010)

L'observation du relief permet parfois de localiser facilement les zones de dépression. La carte topographique avec ces cotes de niveau permettra de confirmer les observations sur le terrain. Cependant, il y a risque de confondre une cuvette authentique avec une zone de résurgence lorsque les pentes sont très faibles. (Victor S, 2010)

I-4-IMPACT DU DRAINAGE

I-4-1-Impact du drainage sur le contenu en eau

Bien que le drainage affecte les tourbières à des distances différentes, un des premiers impacts observables est la baisse du niveau de la nappe phréatique à la suite de la rupture de la structure diplohelminique de la tourbière. Les fluctuations de la nappe phréatique sont également plus importantes. Plus le drainage est vieux, plus la position de la nappe phréatique fluctue. Donc, en période de pluie, la nappe phréatique remonte plus rapidement dans le profil de la tourbe et en période de sécheresse, la nappe phréatique descend plus bas.

Dans la couche supérieure de la tourbe (dix premiers centimètres), Des pertes d'eau considérables sont entraînées par l'abaissement de la nappe phréatique et une série d'autres mécanismes liés au drainage. Solen (Philippe et al ,2003).

I-4-2-Les Sols

L'assèchement transforme la texture des sols des marais de façon irréversible. La structure des sols transformées est sans doute réversible mais avec des conditions controversées. Le drainage pousse sans doute cette transformation jusqu'à l'horizon des drains. (Philippe et al, 2003)

I-4-3-La qualité des eaux

Au niveau international, de très nombreuses publications ont pour objet la qualité des eaux de drainage. L'impact de circulation souterraine d'eau avec granulométries de sol est impact négatif et patent sur les flux d'azote, sur des molécules solubles de produits phytosanitaires et leurs métabolites. Solen (Philippe et al, 2003).

Par contre, l'impact est très fort sur la température de l'eau qui est beaucoup plus basse que celle des eaux de pluie ruisselées sur les ados.

I-4-4-Le milieu naturel

L'impact d'eau avec des paramètres qui se trouve du milieu naturel avec l'air.

I-4-5-Problèmes des drains

- L'ensemble des drains sont envahis des mauvaises herbes (tamarix, etc.) qui influence la circulation des eaux.
- La végétation hydrophile est très bien développée à l'intérieur des drains tels qu'ils sont non fonctionnels.
- Tous les drains sont constatés des plus effondrements des parois partiels ou totales dans l'état d'ensablement.

I-5-LES CANAUX

Selon (Walter H. Graf, 1993). On appelle canal un système de transport dans lequel l'eau s'écoule et dont la surface libre est soumise à la pression atmosphérique

L'étude hydraulique d'un canal se pose souvent aux ingénieurs sous la forme suivante: Pour une pente longitudinale de fond, il faut évacuer un certain débit: La forme et les dimensions du canal sont à déterminer.

I-5-1-Types de canaux

On distingue deux catégories de canaux (figure 01):

- Les canaux naturels.
- Les canaux artificiels.

I-5-1-1-Les canaux naturels

Sont les cours d'eau qui existent naturellement sur (ou sous) terre, tels que les ruisselets, torrents, rivières, fleuves et estuaires.

Généralement, les propriétés géométriques et hydrauliques des canaux naturels sont assez irrégulières.

L'application de la théorie hydraulique ne donne que des résultats approximatifs obtenus à partir d'hypothèses qui s' imposent.

I-5- 1-1-Les canaux artificiels

sont des cours d'eau réalisés par l'homme sur (on sous) terre tels que (figure 01) :

- **Les canaux découverts:** construits au ras du sol (canaux de navigation, d'adduction et d'évacuation, d'irrigation et de drainage)
- **Les canaux couverts:** dans lesquels les liquides ne remplissent pas toute la section (tunnels hydrauliques, aqueducs, drains, égouts).

Quant aux propriétés hydrauliques des canaux artificiels, elles sont généralement assez régulières. L'application de la théorie hydraulique donne souvent des résultats réaliste (Walter H. Graf, 1993)

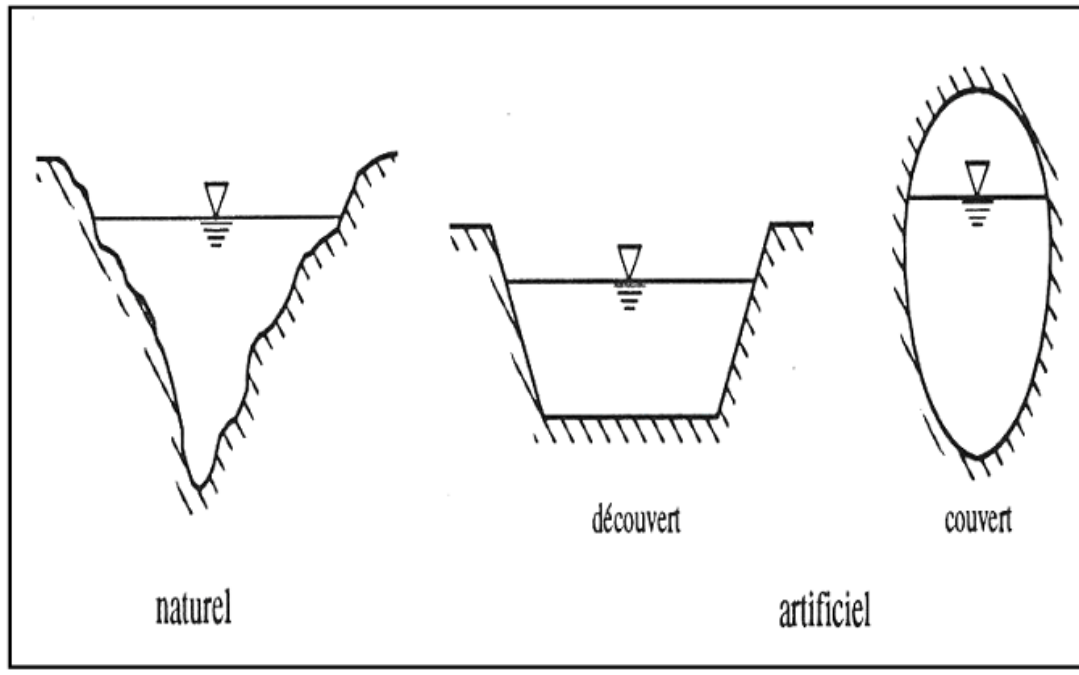


Figure 01: Types de canaux (Walter H. Graf, 1993)

I-6-L'ÉCOULEMENT A SURFACE LIBRE

L'écoulements à surface libre présente le contact d'un surface libre avec l'atmosphère et la soumission à la pression atmosphérique. La surface libre est la séparation de l'air et l'eau. (Saad B)

II-CADRE NATUREL

II-1-Présentation de la zone d'étude

La région d'Ouargla (figure 02) est une région qui se trouve encaissée au fond d'une cuvette très large de la basse vallée de l'Oued M'ya. Cette dernière est caractérisée par une dissymétrie marquée par la Sebket Safioune et par la grande cuvette d'Ouargla.

On constate que la présence d'une falaise occidentale est particulièrement nette et continue, alors que la limite orientale est imprécise.

A l'Ouest: Un plateau calcaire surplombe, à environ 230 m d'altitude dans la confluence de l'Oued Mzab et l'Oued N'sa, la cuvette d'Ouargla.

A l'Est: On remarque un plateau avec une altitude ne dépassant pas 160 m dont les limites ne sont pas nettes. Quant aux rebords de ce plateau, ils se disparaissent souvent sous les sables (Erg Touil, Erg Boukhezana, Erg Arifdji).

Au Sud: un massif dunaire recouvre les ruines de Sed rata où son altitude dépasse guère les 155m.

Au Nord: Zabret Bouaroua constitue la limite supérieure de Sebket Safioune et de la grande cuvette d'Ouargla en même temps avec une pente faible (1% environ). Celle-ci est à l'origine de la formation d'un chapelet de Sebchas (Bamendil, Oum Raneb, Safioune, N'goussa..) qui alternent avec des accumulations de sables dunaires.

(Smail el borje, 2014)

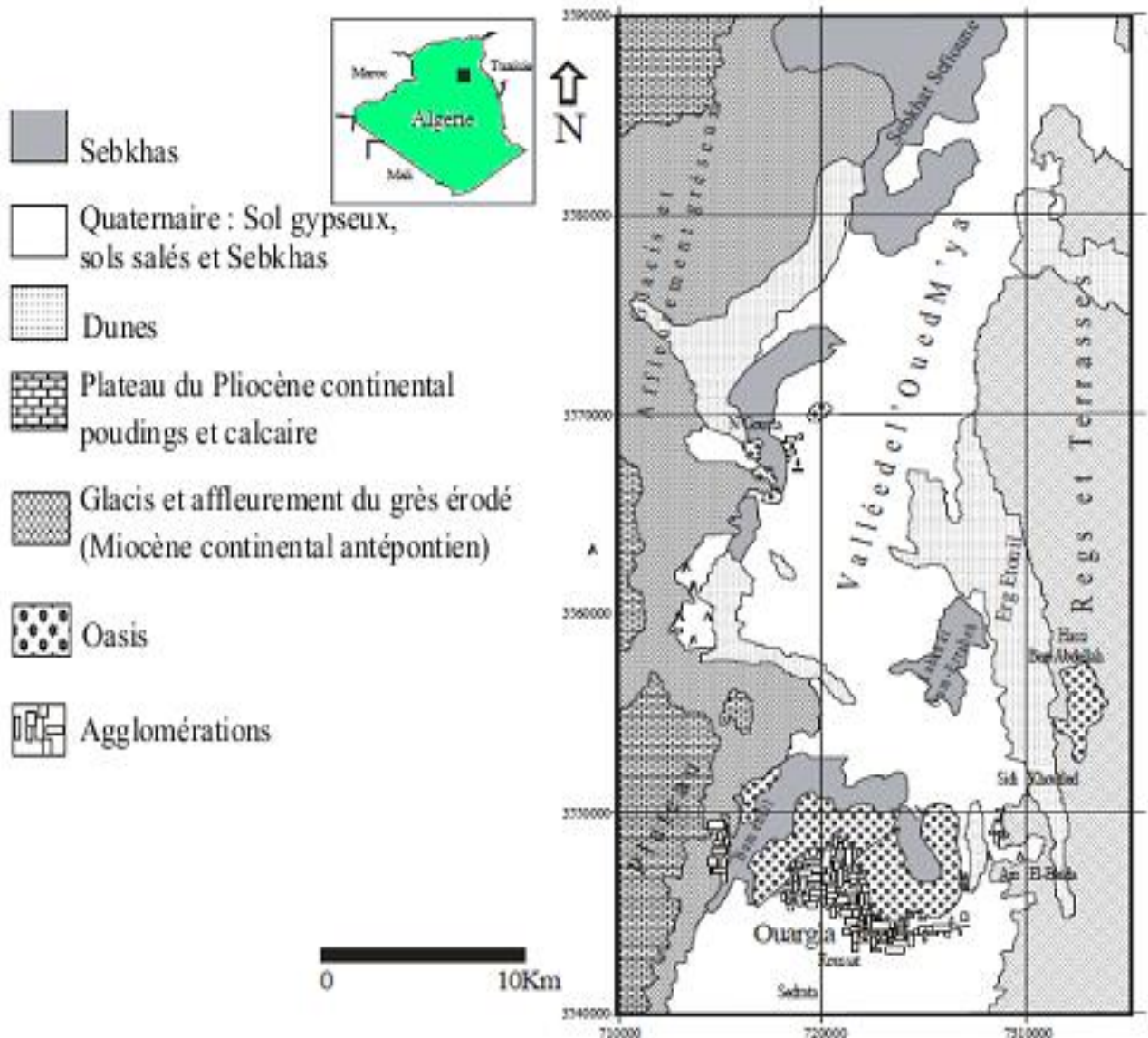


Figure 02:Présentation de la valle de Ouargla

II-2-Géologie

La géologie de la région (figure 03) se caractérise par des formations sédimentaires qui, avec les temps, se sont accumulées dans la cuvette, notamment le continental intercalaire qui est constitué d'une série gréseuse dont l'épaisseur atteint 2000 m. Cette série détritique forme un important aquifère de 400 m d'épaisseur, reposant sur un substratum correspondant à la série imperméable du cénoomanien anhydrique et argileux (Dutil. 1971).

Les crétacés moyen et supérieur se caractérisent par la mise en place des marnes- calcaires au cénoomanien et des calcaires fissurés au turonien.

Ce dernier constitue un aquifère (Dutil. 1971). Ces deux couches jouent un rôle fondamental dans le paysage morphologique de la région.

La superposition de la couche résistante, calcaire du turonien, sur les assises tendres du cénoomanien donne des formes plus rigoureuses aux extrémités du plateau (Aumassip et al. 1972). Au tertiaire, la mer se retirant définitivement a laissé des bras de mer, lagune et lacs (Dutil. 1971).

Le mio-pliocène repose, quant à lui, en discordance sur le sénonien. Il est constitué d'une alternance d'argiles et de sables où l'on constate deux niveaux perméables séparés par une couche d'argiles.

Le quaternaire se caractérise par des affleurements d'alluvions récents et des dépôts sableux (Aumassip et al. 1972).

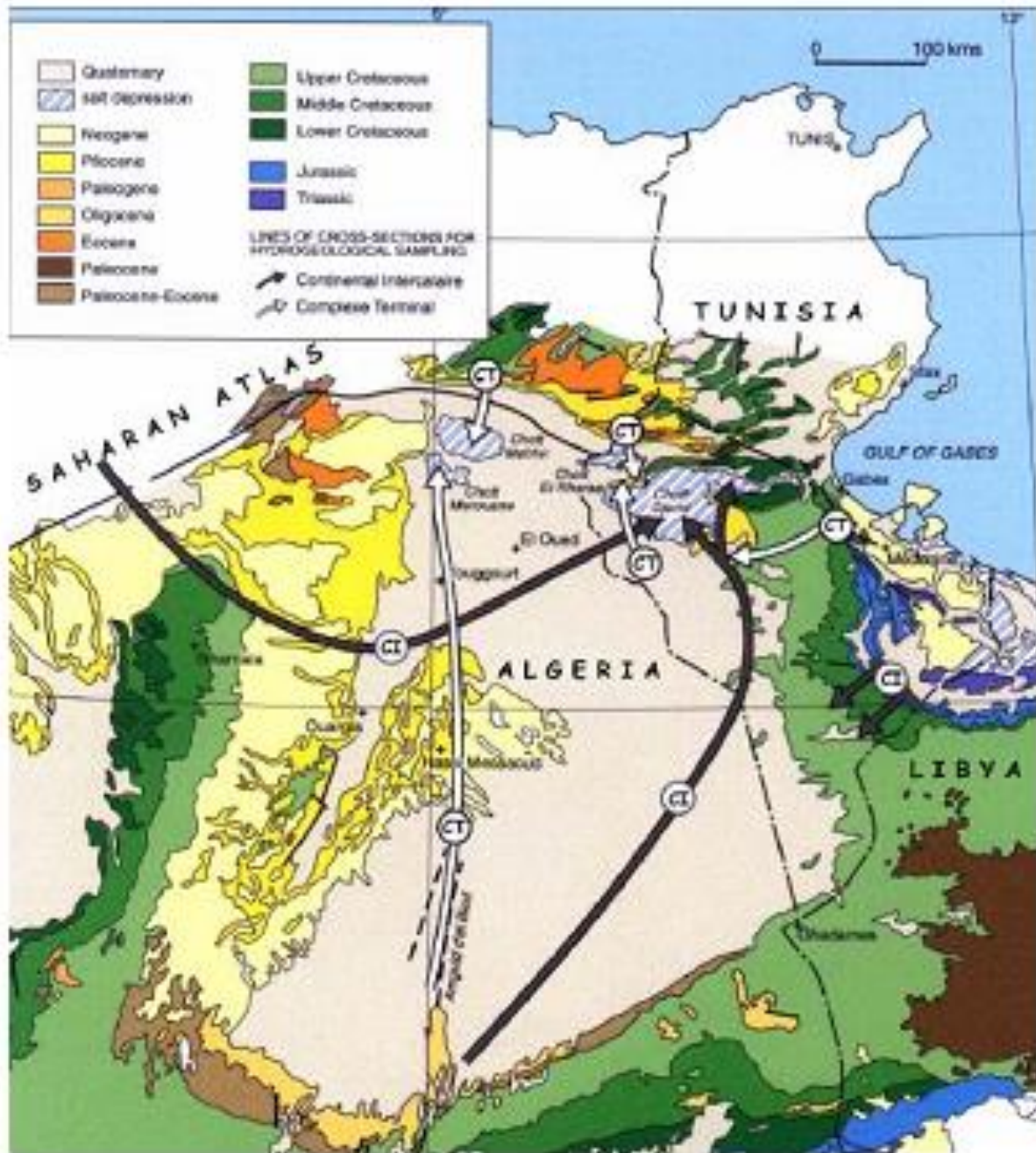


Figure03:Carte géologique du Sahara septentrional (d'après Guendouz et al, 2003)

II-3- Relief

II-3-1-Plateau

Ce plateau de "gantra" domine à l'Ouest la région de Ouargla dans lequel s'emboîtent les terrains quaternaires. Il est constitué de sables siliceux rougeâtres plus ou moins cimentés par du calcaire suivant les niveaux et selon les lieux, présentant parfois des stratifications entrecroisées, riches en bâtonnets gréseux ou gypseux et entrecoupés de concrétions gréseuses ou de bancs de poupees gréso-calcaires (Aumassip et al, 1972)

Sa surface est plate et monotone, accidentée seulement de haouds (dépressions fermées aux bords abrupts dont les formes et les orientations sont diverses) parfois grossièrement circulaires. La dépression de Hassi-Mellala est la plus grande et la plus profonde (30 km de long, de 6 à 11 km de large, 80 à 90 m de profondeur). Elle s'étend parallèlement à la vallée de l'Oued Mya. (Boyé et al.,1969; Aumassip et al., 1972; Rouvillos-Brigol, 1975).

II-3-2-Glacis

Sur le versant Ouest de la cuvette de Ouargla, des glacis caractéristiques s'étagent du plus ancien au plus récent, d'Ouest en Est sur quatre niveaux de 200 à 140 m. Les glacis de 180 et de 160 m, qui sont très visibles, se caractérisent par l'affleurement du substrat gréseux du Mio-Pliocène.

La pente de ce substrat est faible. Elle est souvent recouverte de sables et de graviers. L'Est de Ouargla est un vaste glacis alluvial, de 150 m d'altitude à sable grossier (Hamdi-Aïssa et al, 2000).

II-3-3-Chotts et Sebkhass

Lors de l'évaporation de l'eau sous l'effet de la chaleur, des plaques de sels divers se déposent en surface formant les chotts et les sebkhass suivant l'origine de leurs eaux (phréatiques ou superficielles) (Dutil,1971; Monod,1992; Lezine,1993; Briere, 2000).

Le niveau le plus bas de la vallée de l'oued Mya est un très vaste glacis. Celui-ci constitue un chott dans lequel s'encaisse l'immense sebkha de Ouargla sous forme de croissant qui entoure la ville. C'est sur ce chott que les principales oasis de Ouargla sont implantées.

La pente Sud Nord de la vallée est légèrement inférieure aux ruines à Sedrata dans la Sebkha de Ouargla (150 m d'altitude contre 136 à 131 m). Elle s'accroît légèrement en aval de Ouargla où les sebkhas (Oum Raneb, Nakhlet en-Nous, el-Mergueb et Safioune) (103 m) alternent avec les massifs dunaires (Touil, Arifdji, Bou-Khezana, ...etc) .

II-4-Contexte climatique

II-4-1-Climatologie

Malgré la latitude relativement septentrionale, le climat de la région d'Ouargla est un climat particulièrement contrasté (tableau 01). L'aridité due non seulement aux températures élevées en été et à la faiblesse des précipitations, mais surtout à l'importance de l'évaporation sous l'effet de la sécheresse de l'air.

La connaissance de ces paramètres hydro climatiques sont indispensables pour toute étude hydro chimique de la région car ils ont une influence sur le comportement des sols et sous-sols. Pour cette étude, les séries des données, qui sont à la base de la détermination de différents paramètres climatiques, ont été enregistrées à la station météorologique d'Ouargla. (Smail el borje, 2014).

- **Température**

A partir du (tableau 01) nous remarquons que La température moyenne annuelle est de 24,59 °C pour la période (1996-2013).

La moyenne maximale du mois le plus chaud(le mois d'août) est atteinte le 35,45°C. Quant à la moyenne minimale du mois le plus froid, celui de janvier, elle est enregistrée avec 12,01°C.

- **Précipitations**

Selon les saisons et les années, les précipitations sont faibles et irrégulières en général. Le cumul annuel est de 57,14 mm pour la période (1996-2013). Elles sont très faibles au mois de juin avec 0,39 mm et juillet avec 0,62. La période pluviale est très restreinte parce qu'elle s'étale sur deux ou trois mois.

Au mois de janvier, on enregistre le maximum avec 13,06 mm.

- **Insolation**

La durée moyenne d'insolation est d'environ 259,78 heures par mois. La maximale est de 314,03 heures enregistrée au mois de juillet et le minimum est de 186,59 heures au mois de décembre.

- **Le vent**

Les vitesses maximum sont enregistrées au mois de juin avec 4,3 m/s. La vitesse moyenne annuelle des vents est de 3,43 m/s.

- **L'évaporation**

L'évaporation est très importante surtout lorsque'elle est renforcée par les vents chauds. La moyenne annuelle est de 3095,01 mm. Le maximum est atteint au mois de juillet avec une moyenne de 453,70 mm et un minimum, au mois de décembre, de 90,51 mm.

- **Humidité relative**

L'humidité de l'air est très sec. L'humidité moyenne annuelle est de 42,05%. Elle varie d'une saison à une autre durant l'année. L'humidité maximum étant de 60,55% pour le mois de décembre, et le minimum au mois de juillet avec 24,88% à cause des vents chauds et des fortes évaporations.

Tableau01: Données climatiques de la région d'Ouargla(1996-2014) (ONM,2015)

Paramètre Mois	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmoy (°C)	P (mm)	Insolation (heures par mois)	Vent (m/s)	Evap (mm)	H (%)
Janvier	18,95	5,07	12,01	13,06	231,75	2,7	96,19	60,38
Février	20,48	6,48	13,14	1,35	239,41	3,1	126,65	52,22
Mars	25,66	10,28	19,97	4,4	264,72	3,6	198,07	43,16
Avril	31,22	15	23,11	4,24	282,53	4,2	262,05	36,88
Mai	34,53	19,65	27,09	1,15	288,04	4,2	316,89	32,5
Juin	39,52	24,84	32,67	0,39	291,24	4,3	401,55	27,22
Juillet	39,52	27,86	35,12	0,62	314,03	3,9	453,70	24,88
Août	43,66	27,24	35,45	2,63	309	3,5	416,87	27,72
Septembre	42,85	23,49	33,17	5,77	244,32	3,5	300,72	37,66
Octobre	37,70	17,43	27,56	9,54	246,68	3,1	226,88	45,88
Novembre	31,72	10,14	20,93	5,46	219,11	2,6	204,93	55,61
Décembre	24,07	5,87	14,97	8,53	186,59	2,5	90,51	60,55
Année(cumul*/moyenne)	34,84	17,67	24,59	57,14*	259,78	3,43	3095,01*	42,05

T max: Température maximale.

T min: Température minimale.

T moy: Température moyenne.

Evap: Evaporation

H: Humidité relative

II-4-2-Synthèse climatique

Pour caractériser le climat d'Ouargla, nous utiliserons l'indice de De Martonne et le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson et climagramme d'Emberger.

- **Indice d'aridité de Martonne (I)**

L'indice d'aridité de Martonne est donné par la formule: $I = P / T+10$ où (**P**) représente la moyenne annuelle des précipitations, exprimées en mm, et (**T**) représente la température annuelle moyenne en degrés C°. Cet indice est d'autant plus faible que le climat est plus aride (Dajoz, 2006).

Cette formule permet de définir les intervalles climatiques suivants:

- pour $0 < I < 5$: climats désertiques aréiques.
- pour $5 < I < 20$: Climats très secs à secs.
- pour $I > 30$: climats humides.

Pour la région d'étude $I = 1.65$; l'indice d'aridité est inférieur à 5, traduisant donc un climat désertique aréique.

Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls (figure 04) et Gausсен montre que la durée de la saison sèche est de 12 mois (sécheresse permanente).

Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels: D'une part, la sécheresse représentée par le quotient pluviométrique (Q_3) en ordonnées et d'autre part la moyenne des minima du mois le plus froid en abscisses. Celle-ci est déterminée selon la formule de STEWART (1969) cité par LEHOUEIROU (1995) adapté pour l'Algérie :

$$Q_3 = 3,43 P / (M-m)$$

Où P représente la pluviométrie moyenne (mm), M la moyenne des Maxima du mois le plus chaud en (°C), m la moyenne des minima du mois le plus froid en (°C) et 3,43 le coefficient de Stewart établi pour l'Algérie.

Le quotient pluviométrique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (Dajoz, 1985). A partir de ce climagramme, nous constatons que l'étage bioclimatique de la région de Ouargla est saharien à hiver doux, puisque Q_3 est égal 5,07(figure 05).

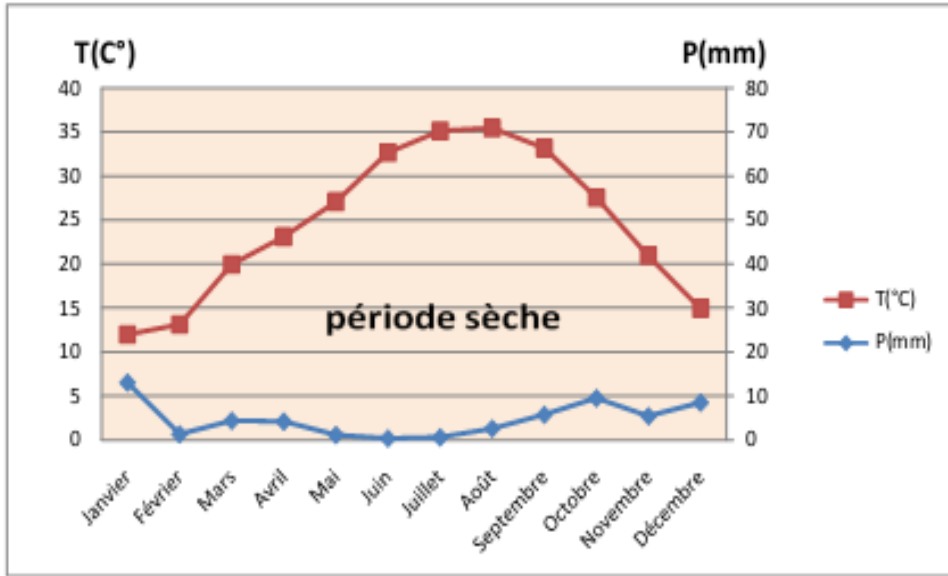


Figure 04:Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour Ouargla(1996-2013)

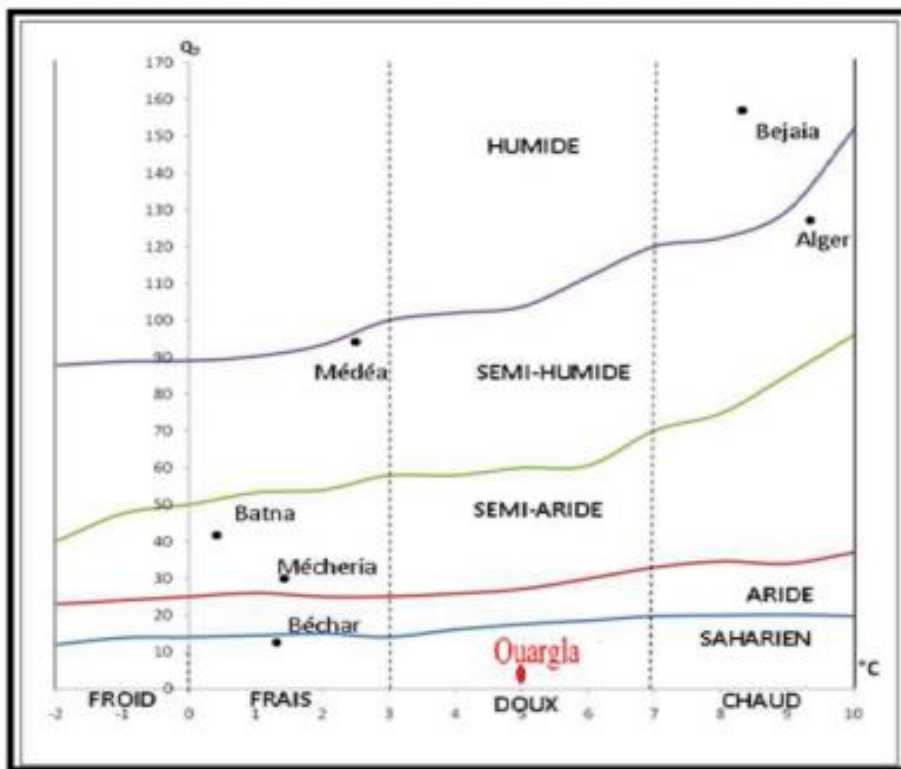


Figure 05:Situation de la station de Ouargla sur le climagramme d' Emberger.

II-5-Réseaux hydrographiques

L'hydrographie de la cuvette de Ouargla se caractérise par son endoréisme (Dubief, 1953). Le réseau hydrographique traversant la région se compose des oueds suivants:

- Au Nord-ouest: Oued N'sa qui peut présenter des crues considérables selon les fréquences. Le bassin versant de oued N'sa couvre une superficie de 7800 Km² où il reçoit divers affluents dont les plus importants sont le Ballouh et le Soudou qui arrosent l'oasis de Beriane (Dubief, 1953; ANAT,1995; Dubost, 2002).

- Au Sud: Oued Mya draine la partie orientale du plateau de Tadmaït (Medinger, 1961; Dubief, 1953). Le bassin de l'oued Mya qui s'étend sur 19 800 km² est en forme d'une vaste gouttière relevée du Sud (800 m) avec une très faible inclinaison (0,1 à 0,2 %) vers le Nord-est.

Le cours fossile de l'oued Mya inférieur est jalonné par de vastes sebkhas jusqu'à Ouargla, distant de 200 km environ du point externe atteint par les dernières crues si l'on admet. Pourtant que l'oued Mya quaternaire se jette dans le chott Melrhir actuel et sa longueur devrait atteindre 900 km (Dubief, 1953).

- A l'Est: Oued M'Zab, dont la superficie du bassin est d'environ 5000 km². Il prend la direction Ouest-est sur une distance de 350 Km de la région de Batna Rouïlla à une altitude de 750 m jusqu'à Sebkhet Safioune d'une altitude de 104 m. Les crues peuvent atteindre aussi Sebkhet Safioune (Dubief,1953).

- A l'Ouest: Oued Metlili et oued El Menia, dont le cheminement des eaux se fait par infiltration vers la cuvette durant les périodes de crues. Le bassin de Metlili, limite de l'oasis du même nom ne dépasse pas 400 km²(Dubost, 2002). D'une longueur totale de 210 Km, l'oued Metlili est barré à 134 Km de son origine par le cordon du naire de l'Erg Rhanem où plus en aval une grande partie des eaux de ruissellement est absorbée (Cornet, 1961;UNESCO, 1972).

II-6-Hydrogéologie

Comme dans la plupart des oasis du Sahara, les seules ressources hydriques disponibles à Ouargla sont d'origine souterraine. Les formations géologiques de cette région contiennent deux grands ensembles de formations aquifères qui sont séparés par d'épaisses séries évaporitiques ou argileuses: De la base du crétacé supérieur l'ensemble inférieur appelé le Continental Intercalaire (CI) ou "Albien", et l'ensemble supérieur appelé le Complexe Terminal (CT). Une troisième formation, d'importance plus modeste, s'ajoute aux deux précédentes: La nappe phréatique (Cornet, 1961).

II-6-1-La nappe phréatique

Elle est contenue dans les formations perméables sablo-gypseuses du Quaternaire. En plus des logs des piézomètres effectuées par l'entreprise nationale géo-physique (ENAGEO). Cette dernière permet de relever la présence de trois classes de profils géologiques qui sont:

➤ **Classe A:** C'est la classe la plus répandue, elle représente $\approx 75\%$ des terrains où on distingue:

- Une première couche constituée de sable fin à moyen légèrement gypseux avec une consistance de moyenne compacité, dont l'épaisseur varie de 1 à 2 m.

- Une deuxième couche dont l'épaisseur varie entre 5 et 15 m constituée de sable argileux compacté.

➤ **Classe B:** Elle caractérise les chotts et les sebkhas et on distingue :

- Des encroûtements gypseux très salés dont l'épaisseur varie de 1 à 2 m.

- Des sables limoneux avec un passage tufeux.

➤ **Classe C:** Elle caractérise les versants de la cuvette et le plateau Mio- Pliocène. On distingue :

- Un matériau détritique dont l'épaisseur est supérieure à 10 m constitué de grès consolidé (glacis) et de sable limoneux pauvre en gypse.

- Du sable grossier compacté.

La nappe couvre pratiquement toute la cuvette de Ouargla. Les mesures les plus récentes et les observations faites sur quelques piézométrique montrent qu'aujourd'hui, le niveau piézométrique de la nappe est situé entre 8 et 10 m, entre 50 et 100 cm dans les palmeraies limitrophes de la sebkha et inférieur à 50 cm dans la sebkha jusqu'à l'affleurement au centre. Les eaux de drainage des palmeraies et les eaux usées maintiennent des niveaux piézométriques très élevés. (M. Goudjil et S, Bencheikh. 2011)

II-6-2-La nappe du complexe terminal (CT)

D'une superficie de 350 000 km² et d'une réserve de 1736,38 hm³/an. Cette nappe regroupe les nappes du mio-pliocène et la nappe du sénonien. Ses eaux sont du type chloruré sodique dont la température varie de 23 à 30°C, le PH de 8,5 à 9,5 et le résidu sec de 1,5 à 8 g/l.

II-6-2-1-La nappe mio-pliocène

L'exploitation de la nappe mio-pliocène est extrêmement ancienne. cette nappe s'écoule de Sud-Ouest vers le Nord-Est en direction du Chott Melrir. Elle se trouve à une profondeur de 60 à 200 m, sa salinité varie de 1,8 et 4,6 g/l tandis que sa température est de 25°C.

II-6-2-2-La nappe du sénonien

Cette seconde nappe artésienne de la vallée de l'Oued Mya se trouve à des profondeurs variant de 180-350m. Elle est connue par la salinité de ses eaux variant de 1,8 à 4,4 g/l ; et leur température de l'ordre de 30°C.

II-6-3- La nappe du continental intercalaire (CI)

Il s'agit de la nappe albienne qui a une superficie de 800 000 km² et une réserve de 627,30 hm³/an.. Les eaux de cette nappe sont du type sulfaté-sodique dont la température varie de 51°C à 66°C, le pH de 7,7 à 8,8 et le résidu sec de 1,5 à 2,4 g/l. On rencontre cet aquifère a des profondeurs allant de 1000 à 1500 m. (M. GoudjiletS,Bencheikh.2011)

III-1-GÉNÉRALITÉS

III-1-1-Définition de débit

En hydraulique, le débit (Q) est défini comme étant un volume (V) de liquide qui s'écoule à travers une section donnée d'un canal ou d'une conduite par une unité de temps (t).

$$Q = \Delta V / \Delta t$$

Le processus de résolution de l'équation précédente consiste donc à déterminer le volume (ΔV) en fonction du temps. (Bernard Thébé et Yann L'hôte. 1999)

Note : Pour des effluents dont la densité est variable, cette expression peut introduire une erreur importante de mesure. Il est donc préférable d'exprimer la valeur du débit en unités volumétriques par unité de temps.

III-1-2- But de la mesure de débit

Des méthodes de mesure de débit précises et uniformes sont nécessaires pour :

- Etablir la charge polluante des sources urbaines , industrielles et agricoles.
- Dimensionner les équipements de transport et de traitement des effluents et des eaux d'alimentation.
- Connaître les variations de débit et de charge par rapport au temps.
- Mesurer, localiser, analyser et solutionner différents problèmes de réseau de collecte et de distribution de l'eau .
- Evaluer la performance des équipements de traitement .
- Déterminer la qualité des plans d'eau et quantifier la ressource d'eau disponible.

Dans le contexte environnemental , ces mesures sont aussi nécessaires pour l'application des lois et règlements.(Bernard Thébé et Yann L'hôte. 1999)

III-1-3-Types de mesure de débit

III-1-3-1- Mesure de débit ponctuel

Les mesures de débit ponctuel ou instantanées sont effectuées à un moment précis dans le temps et couvrent généralement une période très courte (quelques minutes).

Elles ne sont donc représentatives que du moment où elles sont réalisées . Les mesures ponctuelles servent essentiellement à :

- Vérifier l'étalonnage de certains ouvrages hydrauliques (ex: pompes, canaux de mesure).
- Etablir le débit d'un écoulement stable (ex: effluent d'étang d'aération prolongée).
- Etablir de façon rapide le débit d'un écoulement.
- Déterminer les dimensions des équipements hydrauliques pour le transport ou le traitement.

Les méthodes généralement utilisées pour effectuer ce type de mesure sont :

- La méthode volumétrique.
- La méthode de dilution.
- La méthode aire/vitesse.
- la lecture ponctuelle de la hauteur d'eau à l'aide d'un déversoir combiné portatif à insertion .

Lors de la transmission des résultats, il importe de fournir l'information concernant l'endroit, la date, l'heure et la méthode de mesure utilisée ,pour ne pas créer de confusion dans leur interprétation.(C E A E Q.2008).

III-1-3-2 -Mesure de débit en continu

Des mesures de débit en continu sont constituées d'un ensemble de mesures ponctuelles effectuées à des intervalles de temps très rapprochés (quelques secondes), par des appareils capables d'enregistrer les valeurs obtenues tout au long de l'événement.

L'avantage de ce type de mesures provient du fait qu'elles peuvent s'étendre sur une période de temps donnée (quelques heures à plusieurs jours) et faire ressortir toutes les variations de débit survenues au cours de cette période. l'information obtenue est donc plus complète.

Ce type de mesure nécessite généralement la mise en place , sur une base temporaire ou permanente, d'un élément primaire de mesure. (C E A E Q. 2008).

III-2-TECHNIQUES DE JAUGEAGE

III-2-1-Définition du jaugeage

Un jaugeage c'est une mesure quasiment instantanée du débit d'un cours d'eau. Il y a de nombreuses techniques utilisées généralement complémentaires qui s'appuient sur des principes très différents selon les cas. Il faut savoir que plus de 80% des jaugeages sont réalisés aujourd'hui avec un moulinet hydrométrique.(Bernard Thébé et Yann L'hôte.1999)

Il se compose de différents méthodes qui sont:

- **Méthodes globales:** dans lesquelles débit Q est mesuré directement (méthode volumétrique, seuils jaugeurs, dilution chimique, électromagnétisme)
- **Méthodes complètes:** dans lesquelles les trois composantes H_m , L , U sont mesurées séparément (essentiellement moulinet hydrométrique)
- **Méthodes incomplètes:** dans lesquelles le champ des vitesses est exploré de façon partielle (ultrasons.bateau mobile.. flotteurs)

III-2-2-Les méthodes globales

III-2-2-1-Méthode volumétrique (ou capacitif)

C'est la méthode la plus simple qui consiste à recueillir dans un récipient un volume d'eau pendant un temps donné.

Elle est applicable aux petits débits de quelques litres ou dizaines de litres par seconde à quelques m³/s si l'on utilise des partiteurs de débit.(Bernard Thébé et Yann L'hôte.1999)

III-2-2-2- Seuils – Jaugeurs

Cette méthode consiste à implanter (dans l'écoulement) une section de contrôle artificielle, permettant d'obtenir un régime critique, c'est à dire une relation univoque entre le débit Q et la charge h (hauteur d'eau au-dessus du seuil) de la forme:

$$Q = K * C * h^n$$

avec:

K- Coefficient de débit lié à h.

C et n - Paramètres dépendant des caractéristiques du seuil.

Les seuils principaux qui sont utilisés sont les déversoirs en épais paroi ou de type mince , les canaux VENTURI (contraction latérale et seuil épais) et PARSHALL (contraction latérale, seuil épais et rupture de pente).

La société française HYDROLOGIC (Grenoble) propose des effumâtes qui sont des seuils-jaugeurs, des canaux VENTURI et des déversoirs triangulaires, préfabriqués en plastique stratifié moulé; la gamme des débits va de quelques litres à plus de 500 l/s avec une précision supérieure à 3%. .(Bernard Thébé et Yann L'hôte. 1999)

Ces seuils peuvent être installés de manière permanente, en prenant soin de disposer de solides ancrages, ou temporaire pour faire un jaugeage. Dans le premier cas, il est indispensable de contrôler la validité de la relation H/Q théorique (valeurs de C et n) par des jaugeages au moulinet ou par dilution chimique.

Dans le second cas, il faut prendre beaucoup de soins pour installer le seuil en position rigoureusement horizontale et attendre un temps suffisant pour que le régime d'écoulement soit stabilisé.

La méthode des seuils-jaugeurs portables est très utilisée dans les campagnes d'étiage portant sur des débits inférieurs à 100 l/s pour lesquels les autres techniques de jaugeages sont difficilement utilisables. (Bernard Thébé et Yann L'hôte. 1999)

III-2-2-3- Jaugeage par dilution

Le principe général du jaugeage par dilution (Figure 06) est simple: On injecte dans une section un traceur à une concentration C_1 ; en un point de prélèvement P situé en aval, on prélève un échantillon d'eau de la rivière et l'on détermine sa concentration C_2 en traceur. Il est alors aisé d'établir la relation entre le débit Q du cours d'eau et les concentrations C_1 et C_2 , soit par l'égalité des flux, soit par la conservation des masses entre les points P et I selon les procédés d'injection (J P Laborde.et al 2009)

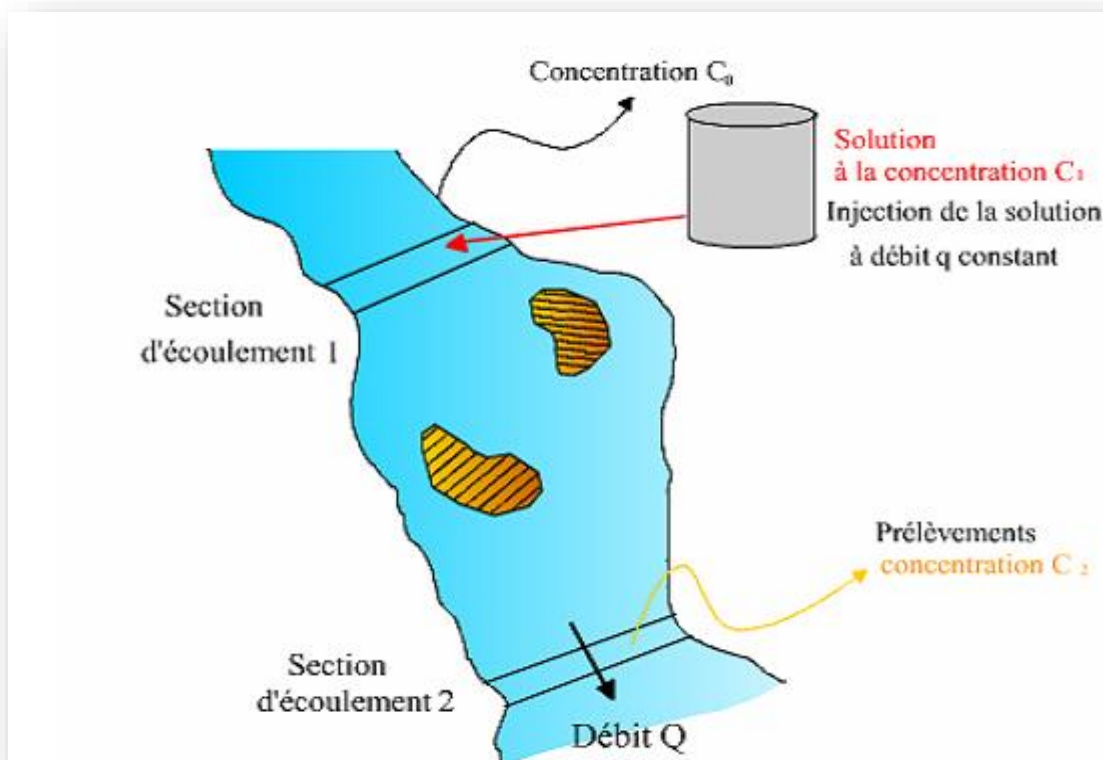


Figure 06:Général du jaugeage par dilution

III-2-2-3-1-Choix du traceur

A priori, solen (Bernard Thébé et Yann L'hôte.1999) le nombre de traceurs utilisables est élevé ; cependant, il est souhaitable qu'ils possèdent les qualités suivantes:

- Facilement solubles dans l'eau.
- Stables chimiquement en solution.
- Non toxiques.
- Facilement dosables et à faibles concentrations.
- Peu coûteux.
- Non absorbables par les matières en suspension ou au contact des rives (argiles).
- Non préexistants dans le cours d'eau (si possible) ou à faible concentration.

Dans ces conditions, le choix se réduit beaucoup et dans la pratique, on utilise les produits suivants :

- Chlorure de sodium (NaCl): l'inconvénient est que souvent les quantités de sel à injecter sont importantes ; par contre, le dosage par résistivimétrie est relativement aisé

- Le dichromate de sodium ($\text{Na}_2 \text{Cr}_2$): C'est de loin le traceur qui a été le plus utilisé. Il satisfait à la quasi-totalité des qualités requises pour un traceur hydrologique.

- La Rhodamine B ($\text{C}_{10} \text{H}_{21} \text{Cl}_3 \text{N}_2$)

-Colorants alimentaires: Trois traceurs ont été retenus jusqu'à maintenant la tartrazine (E102), le jaune orange S (E110) et le rouge cochenille (E124)

Et , d'une autre nature, les traceurs radio-actifs :

- A rayonnements γ , surtout le brome 82.

- A rayonnements β , essentiellement le tritium

III-2-2-3-2-Choix du site

solen (Bernard Thébé et Yann L'hôte. 1999). La mesure des débits par dilution ne peut s'effectuer que s'il y a un bon brassage de l'eau entre le point d'injection et le point de prélèvement.

Un site favorable est un tronçon de rivière particulièrement agitée avec soit des blocs rocheux au milieu du cours d'eau, soit une succession de coudes qui assurent un brassage latéral.

La longueur du tronçon sur lequel on doit faire la mesure sera au moins égale à la "distance de bon mélange"

III-2-2-3-3-Mise en œuvre pratique

D'un point de vue pratique, il convient de prévoir les concentrations C_1 à injecter, l'injection à débit constant, les prises d'échantillons Concentrations C_1 à injecter :

La quantité du traceur que l'on injectera doit être telle que la concentration finale C_2 soit au moins du double de la précision de dosage. (Bernard Thébé et Yann L'hôte. 1999)

III-2-2-3-4-Injection

Pour l'injection à débit constant (figure 07), s'étant fixé le terme Q , C_1 et la durée t de l'injection, on prépare la quantité de traceur à utiliser (par exemple, dans un fût de 100 ou 200 litres). Le liquide est alors mis dans un récipient fermé hermétiquement.

Solen (Bernard Thébé et Yann L'hôte. 1999)

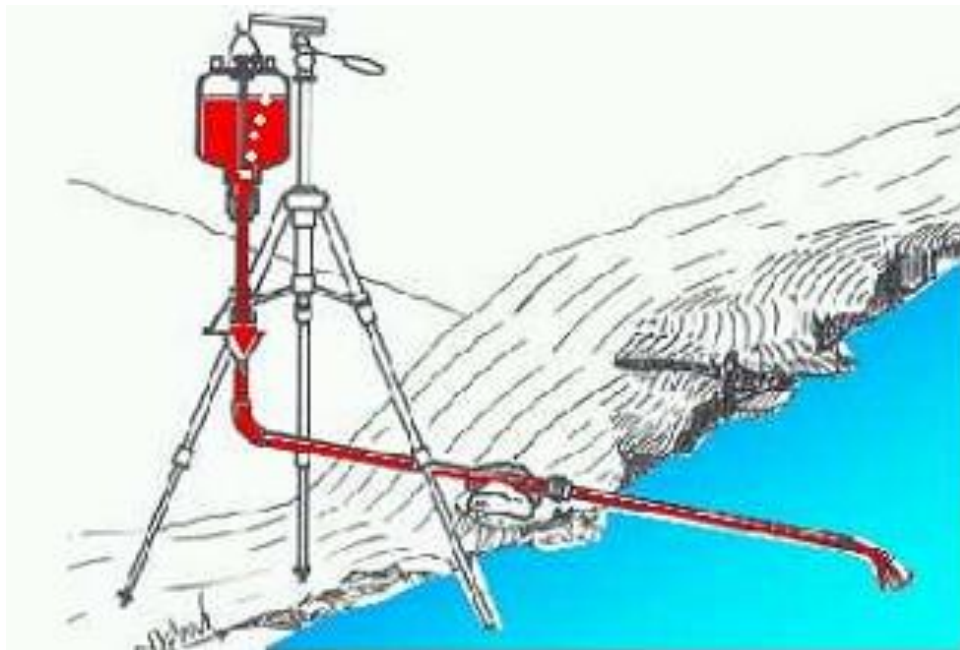


Figure07: l'injection à débit constant.

III-2-3-La méthode complète

III-2-3-1-Jaugeage au moulinet

Cette méthode consiste à explorer le champ des vitesses le long de la section "S" considérée. La vitesse de l'écoulement n'est pas uniforme sur la section transversale d'un cours d'eau. Il est donc nécessaire d'explorer le champ des vitesses en réalisant des mesures en plusieurs points de la section, généralement situés le long de verticales judicieusement réparties sur la largeur du canal.

Pour effectuer une bonne mesure certains critères doivent être réunis:

- Les vitesses doivent être parallèles entre elles (pas de remous) et perpendiculaires à la section de jaugeage.
- La vitesse doit être suffisamment constante dans le temps pour une même hauteur d'eau (écoulement permanent).
- La profondeur de l'eau doit être suffisante par rapport au diamètre de l'hélice
- Le fond ne doit pas contenir d'obstacles.

La mesure de la vitesse est basée sur la transformation du mouvement rectiligne de l'eau en un mouvement rotatif de l'hélice du moulinet (Sayah lembarek mohammed. 2008)

III-2-4- La méthode incomplète

III-2-4-1-Méthode de flotteur

Cette méthode est la plus élémentaire pour établir un ordre de grandeur des vitesses que l'on multipliera par une estimation de la section mouillée de l'écoulement.

On mesure le temps mis par des objets flottants pour parcourir une distance déterminée: objets naturels ou préparés à cet effet, par exemple des bouteilles plastique lestées d'un peu de sable dont le cône est couvert de peinture fluorescente .Il faut une distance entre les observations amont et aval qui correspond à un trajet de l'ordre d'une minute. La mesure de vitesse des objets flottants peut également être faite à l'aide d'un cinémomètre radar portatif utilisé par les forces de l'ordre pour les contrôles de vitesse ,ce qui simplifie la manipulation.

IV- Introduction

Pour appliquer une étude quantitative de débit de drain de la ville de Ouargla, nous avons choisi trois méthodes différentes du jaugeage: Jaugeage aux flotteur, Seuils – Jaugeurs, Jaugeages par dilution chimique. Chaque méthode est réalisée à des stations bien choisies sur le drain principale (périphérique) de la ville de Ouargla .

IV-1- Situation géographique de canal principale de Ouargla

Le réseau de drainage de la région de Ouargla est alimenté essentiellement par des eaux d'irrigation et rabattre de la nappe.

Le réseau de drainage de la cuvette de Ouargla est constitué de canal à ciel ouvert sa profondeur varie entre (1.5 à 2.0m) et d'un réseau secondaire et tertiaire. Le collecteur principal qui existe sur la périphérie de la ville (figure 08) et les palmeraies s'étend sur une longueur totale de 16 km environ et une profondeur qui varie de 1.5 à 2m, avec une pente qui varie entre (1à 2‰). Ce collecteur a pour objectif de drainer toutes les eaux excédentaires d'irrigation et eaux pluvial, et de rabattre la nappe phréatique.



Figure 08: Photo satellitaire du canal principale la zone d'étude

VI - MESURE DE DEBIT

Avant d'exposer les résultats des mesures de débits de canal de drainage périphérique, nous jugeons utile de présenter le matériel utilisé, ainsi que les techniques de mesure de débit (les méthodes de jaugeages) adoptées.

Dans ce travail, nous avons exécuté une campagne de mesure de 10 stations avec la méthode de jaugeage au flotteur (figure 09)



Figure 09: Situation des points de mesure

VI-1- JAUGEAGE AU FLOTTEUR

Cette méthode donne de bons résultats si la technique est correctement appliquée. Ce procédé peut paraître sommaire mais il est toujours préférable d'avoir une mesure aux flotteurs que pas de mesure du tout.

Il s'agit dans cette méthode de mesurer uniquement des vitesses de surface, ou plus exactement les vitesses dans la tranche superficielle de l'écoulement.

Cette méthode est généralement utilisée pour :

- Des mesures ponctuelles de débit.
- La mesure d'écoulement dont le débit est stable.

- L'étalonnage de divers éléments primaires de mesure.

➤ Théoriquement, le débit Q d'un cours d'eau est égal à la division du volume d'eau V (volume de la conduite ou de la section d'écoulement) sur le temps moyen de passage du flotteur T_m .

Nous avons utilisé l'équation suivante qui traduit la relation entre le débit, le volume et le temps:

$$Q = V / T_m \quad \text{Où :}$$

Q : Est le débit par unité de temps (m^3/s)

V : Est le volume (m^3)

T_m : Est le temps de passage (s)

- Le volume V est le produit de la section mouillée S et la distance D .

➤ Pratiquement, on utilise le matériel suivant (figure 10):

1- Flotteur: bouteille rempli d'eau jusqu'à la moitié.

2- Chronomètre: pour les mesures du temps de passage.

3- Décamètre: pour les mesures des distances.



Figure 10: Bouteille d'eau utilisée comme flotteur, , décamètre ,chronomètre

VI-1-1-Mode de travail

Premièrement, après une étude d'exploratoire, nous avons délimité le champ d'étude, qui est d'environ 16 km sur le canal principale qui débute au sud au niveau du passage de la route vers Cité Ennasr envers la ville d'Ain El Beida.

VI-1-2-Les étapes expérimentales

1- En prenant deux repères A et B sur le canal, deux agents restent debout devant les repères et chaque agent imagine une ligne en face de lui, perpendiculaire au courant. (figure 11)

2- Le lanceur lance son flotteur (bouteille rempli en eau jusqu'à ce qu'à sa moitié) vers l'amont, il maintient le bras levé et l'abaisse au moment où le flotteur franchit la ligne imaginaire (A). (figure 12).

3- A ce moment, le chronométrateur déclenche son chronomètre, et suit du regard le parcours du flotteur. (figure 13)

4-Le chronomètre est stoppé au moment où le flotteur franchit la ligne imaginaire (B) en face du chronométrateur.

5- Celui-ci note le temps(T) mesuré et dessine sur un croquis le parcours approximatif du flotteur. Si celui-ci n'est pas rectiligne, si le flotteur a été pris dans des tourbillons, freiner par le vent ou par un objet flottant, la mesure doit être recommencée.

6- Un jaugeage consiste à jeter 3 flotteurs au 1/4, 1/2 et 3/4 de la section, répéter trois fois de suite, soit en moyenne 9 flotteurs.

7-Mesurer la distance(D) à l'aide du décamètre(figure 14), noter l'heure et la cote à l'échelle. S'il n'y a pas d'échelle, il est nécessaire de repérer le niveau d'eau à l'aide d'un piquet ou d'une marque indélébile, afin de pouvoir le relever ultérieurement.



Figure 11: les repère A et B sur la canal



Figure 12: Technique de pose du flotteur



Figure 13: Mesure du temps de passage

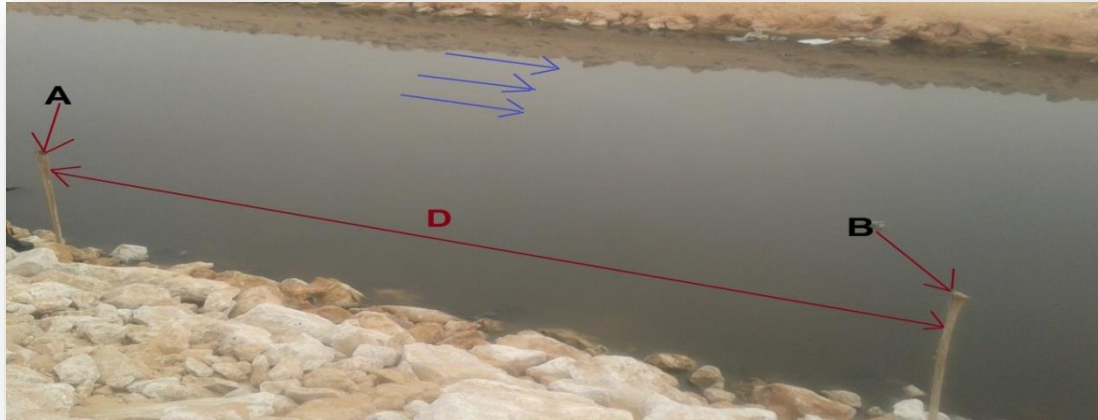


Figure14: Mesurer la distance (D) à l'aide du décamètre

VI-1-3-Résultat et discussion

Nous donne les valeur et les résultats, du distance(D) et largeur (L) et la hauteur d'eau (H) et le temps de déplacement horizontal de flotteur (temps de passage) dans le tableau suivant :

:

Pour calculer le débit nous avons utilisé la relation volumétrique suivant

$$Q = V / T_m$$

A- Calcul du temps moyen

$$T_m (s) = (t_1 + t_2 + t_3) / 3$$

$$\text{Exp : } T_m(s) = (88.007_{(s)} + 68.9_{(s)} + 75.25_{(s)}) / 3 = 70.719_{(s)}$$

B- Calcul du volume

$$V_m^3 = D (m) * L (m) * H (m)$$

D : Distance en m L : largeur en m H : hauteur d'eau en m

$$\text{Exp: } V_m^3 = 4 * 1.9 * 1.3 = 9.88 \text{ m}^3$$

Les résultants des temps moyens et volumes sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 03: Les valeurs de volume et temps moyens

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temps Moyen (s)	70.719	13.77	5.868	67.98	52.477	26.072	38.656	45.131	46.193	14.558
Volume (m ³)	9.88	1.28	2.24	10.304	27	8	0.396	3.84	22.5	17.6

C- Calcul du débit

Les résultats des débits sont donnés dans le tableau suivant:

Tableau 04: Les valeurs des débits

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Débit	0.139	0.092	0.381	0.155	0.514	0.306	0.0102	0.425	0.487	1.208

La courbe : $f(C_1/C_2) = Q$

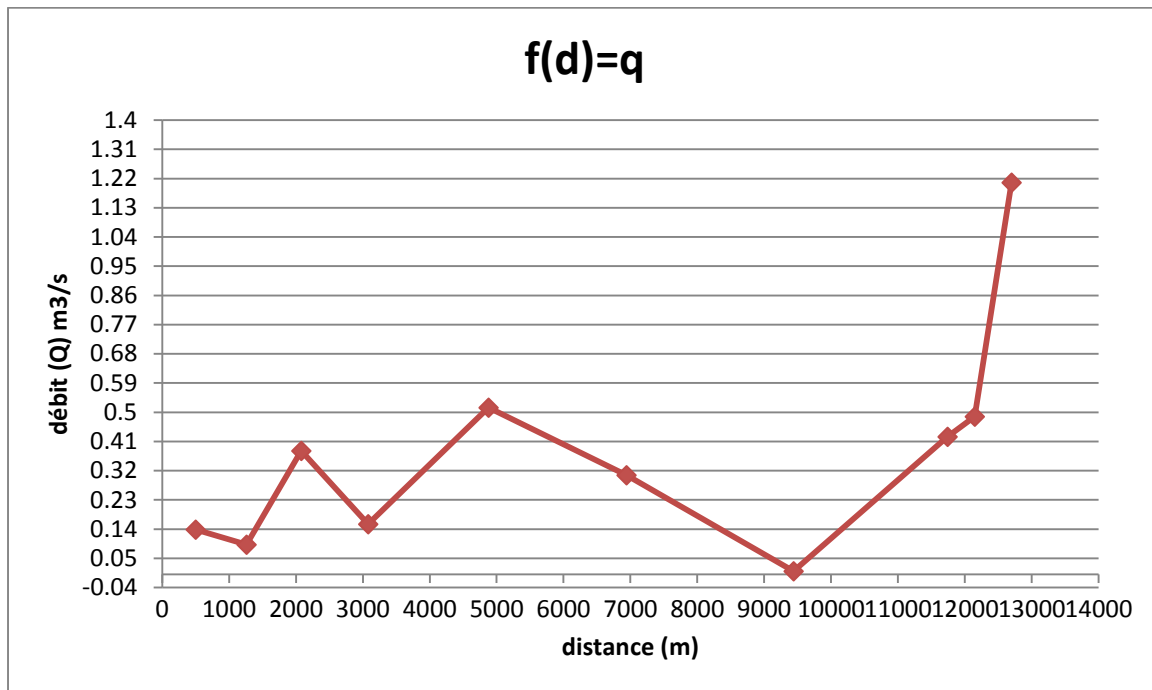


Figure 15: Evaluation des débits selon la distance de drain, l'amont vers la aval

VI-1-4- INTERPRETATION DES RESULTATS

D'après la courbe ci- dessus(figure 15), on note que le débit du drain principal est varié. Dans la 500 m de l'amont du drain, le débit diminue avant la deuxième station à cause de la grande extension des roseaux. Il diminue aussi avant la quatrième station parce qu'il y a un canal artificiel bouché par le sable, les déchets et les restes. La même chose pour le troisième cas de diminution de débit (à la distance 9.5 km) car il y a un autre canal artificiel bouché comme c'est le cas de l'autre canal entre la station 6 et 7.

L'allure générale de la courbe, si on ne prend pas en considération l'effet des canaux secondaires bouchés, montre une croissance de débit de l'amont vers l'aval qui est la conséquence de l'écoulement dû à la gravité (différence de pente)

VI-2-JAUGEAGE PAR DILUTION

Dans cette méthode, nous avons choisie cinq (5) points sur le drain principal pour appliquer la méthode de dilution, avec un débit d'injection constant. (figure 16)



Figure 16:les stations de mesure sur le canal principal

➤ Théoriquement, dans cette méthode, on a injecté dans le canal au point A, un volume V d'une solution traceur de NaCl de concentration C_1 , et on prend un échantillon à partir du point de prélèvement situé à l'aval à une distance suffisante D pour que le mélange soit correctement réalisé.

On mesure la concentration C_2 des prélèvements effectués pendant toute la durée du passage du nuage salin .

Si T_p est le temps de passage du traceur. C_M la concentration moyenne du nuage salin.

Le débit du canal est exprimé par :

$$Q = q * C_1 / C_M$$

Q : Est le débit de l'écoulement mesuré.

q : Est le débit d'injection du traceur.

C_M : Est la concentration moyenne du traceur après mélange avec l'écoulement à mesurer.

C_1 : Est la concentration du traceur au point d'injection, avant mélange avec l'écoulement à mesurer.

Remarque: On a utilisé un colorant rouge comme indicateur du passage du nuage du traceur.

➤ Pratiquement, on utilise le matériel suivant (figure 17)

1- Tuyau 2.5 m.

2- Saut de 12 L.

3- Multiparamètre (conductivimètre).

4- l'outil de prélèvement avec une bouteille.

5- Entonnoir.

6- Décamètres.



Figure 17: Matériel utilisé

VI-2-1-Les étapes expérimentales

- ↪ En prenant deux repères A et B sur la canal, chaque agent imagine une ligne en face de lui perpendiculaire au courant avec un distance entre A et B égale à D. (figure 18)
- ↪ Installé l'ensemble de l'essai. (figure 19)
- ↪ Pour le prélèvement de l'eau du canal nous avons utilisé un seau et mesuré directement sa conductivité électrique CE. . (figure 20)
- ↪ On Mélange l'eau avec 1 kg de sel (NaCl) et du colorant (traceur)Et mesuré sa conductivité C_1 . (Figure 21)
- ↪ On injecte dans la section, le traceur à une concentration C_1 mesurée en un point de prélèvement B situé en aval, pour un débit d'injection constant q . . (figure 22)
- ↪ On prélevés n (3 à 5) échantillons pendant le temps T de passage du sel, et chaque échantillon prélevé au temps bien déterminé (Exemple: Echantillon 1 au temps T_{P1} ...). (figure 23)

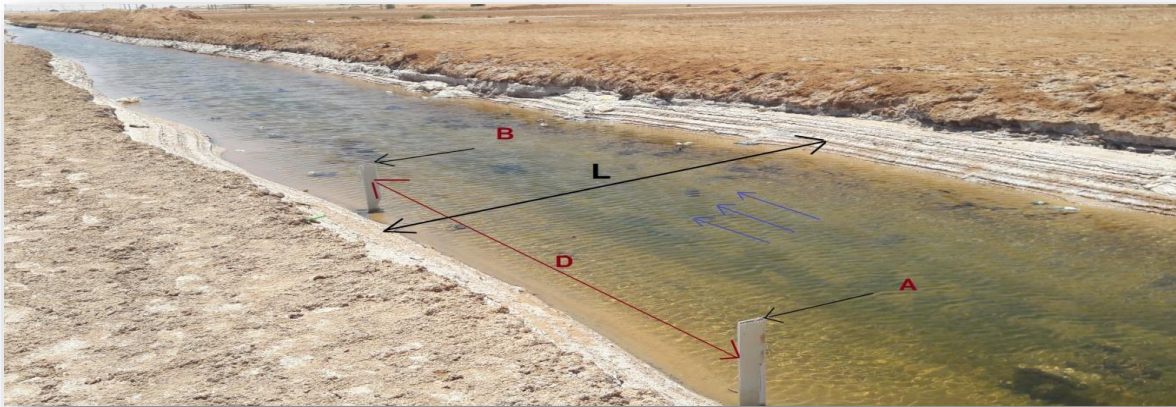


Figure 18: Deux repères A et B sur la canal



Figure 19: Installé l'ensemble de l'essai.



Figure 20: Le prélèvement de l'eau du canal.



Figure 21: La mélange d'eau avec 1kg de sel (NaCl) et du colorant (traceur) et mesuré sa conductivité C_1 .



Figure 22: l'injection du traceur dans la section.



Figure 23: Technique du prélèvement des échantillons.

VI-2-3-Résultat des mesures

Le tableau suivant représente les résultats des mesures de la conductivité: C_1 ($\mu\text{s}/\text{cm}$), C_2 ($\mu\text{s}/\text{cm}$), CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$) avec le temps de passage (T_P), la distance (D), la largeur (L), et la Hauteur d'eau (H).

Tableau 05: Résultats des mesures par la méthode de dilution.

POINT	X	Y	T	C2 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	C1 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	L(m)	CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	D(m)	H(m)
1	31° 59 264'	5° 21 813'	1'	11.86	128.3	9	12.13	3	1.2
			2'	12.02					
			3'	12.03					
2	31° 59 487'	5° 20 850'	1'	9.06	131	9	7.578	3	1.4
			3'	9.37					
			4'	9.39					
3	31° 59 587'	5° 18 961'	3'	24.5	120	1.1	23.7	3	1
			6'	24.2					
			9'	23.7					
4	31° 59 424'	5° 17 996'	1' 4"0	15.19	180.3	6	15.19	4	90
			2' 10"	15.2					
			6'	15.31					
5	31° 58 338'	5° 17 693'	30"	18.11	128.2	9	18	2.5	50
			50"	18.1					
			1' 20"	18.14					

CE: conductivité électrique initiale du canal .

C_1 : la concentration du traceur au point d'injection, avant mélange avec l'eau du drain.

C_2 : la concentration du traceur au point prélevé, après mélange avec l'eau du drain.

D: distance entre A et B (m).

L: largeur du canal en (m).

T_p : Temps de passage (s).

H: Hauteur d'eau (m).

Calcul du débit, Nous avons utilisé la relation suivante :

$$Q = q * C_1 / C_2$$

A-Calcul du débit d'injection (constant) q

Le seau a un volume $V = 12 \text{ L} = 0.012 \text{ m}^3$

Alors: $q = v / t$

$$Q = 0.012 \text{ m}^3 / 7\text{s} = 0.0017 \text{ m}^3/\text{s}$$

Les résultats des calculs des débits sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 06: Les résultats des débits

POINT	1	2	3	4	5
Débit m^3/s	0.01839	0.02458	0.008327	0.020178	0.012034
	0.018131	0.02376	0.00843	0.020165	0.012041
	0.018131	0.02371	0.008608	0.02002	0.012014

B-Calcul du rapport C_1 / C_2

Tableau 07: les rapport C_1 / C_2

POINT	1	2	3	4	5
C_1/C_2	12.02	14.459	4.897	11.869	7.0789
	10.673	13.98	4.958	11.861	7.0828
	10.665	13.951	5.063	11.776	7.067
Débit m^3/s	0.01839	0.02458	0.008327	0.020178	0.012034
	0.018131	0.02376	0.00843	0.020165	0.012041
	0.018131	0.02371	0.008608	0.02002	0.012014

La courbe: $f(C_1/C_2) = Q$ (figure23)

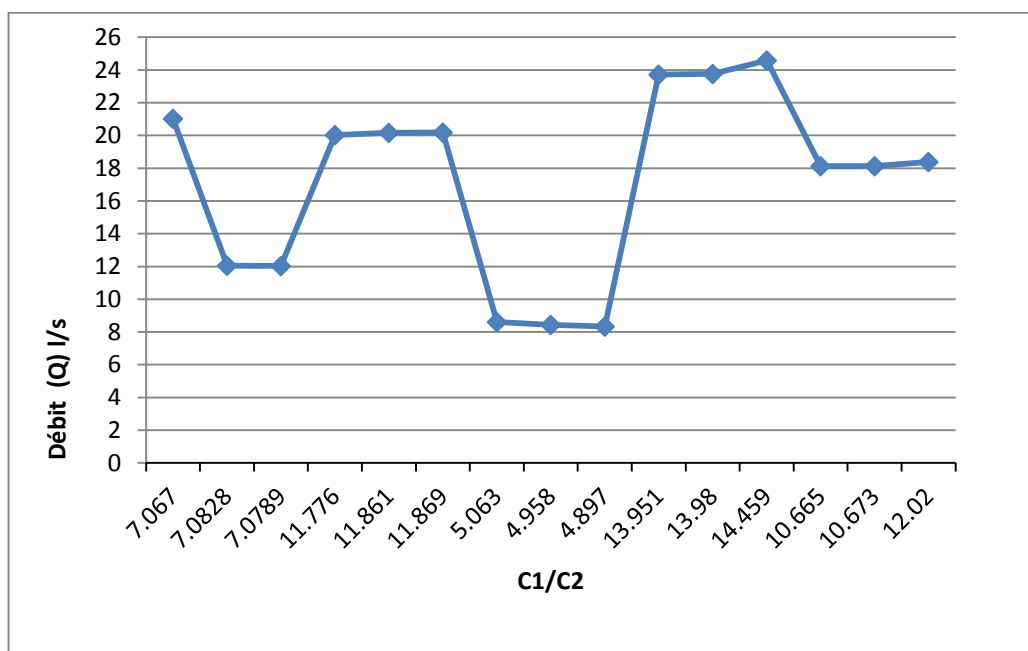


Figure 24: La courbe $f(C_1/C_2) = Q$

VI-2-4-ANALYSE ET DISCUSSION

Nous constatons que les valeurs du rapport de concentration (C_1/C_2) sont faibles dans la majorité des points d'expérimentation (figure 24) alors que les concentrations des traceurs injectés sont très élevées (tableau 02). Ceci montre la faiblesse de la vitesse d'écoulement.

La faiblesse de concentration d'échantillon prélevé (après le mélange avec l'eau du drain) a affecté directement la vitesse de l'écoulement.

VI-3-ESSAI PAR SEUIL JAUGEUR

VI-3-1-Réalisation de la station et prélèvement de mesure

Dans cette méthode, on a mesuré le débit par le déversoir étalonné. Pour atteindre ce but, on a réalisé une station de mesure au niveau du drain secondaire de Bamendil. (figure 25- 26)

Ce drain ayant une forme trapézoïdale et une pente faible connaît un envahissement des roseaux.



Figure 25: La station de mesure sur le canal secondaire



Figure 26: photo du canal

Il est prudent de réaliser quelques jaugeages de contrôle permettant de déterminer les valeurs **a** et **b** dans les conditions réelles d'installation. Il en est de même pour les autres types de déversoirs rectangulaires avec ou sans contraction à large seuil.

Différents types de déversoirs sont utilisés mais on rencontre principalement des déversoirs triangulaires dont la relation hauteur-débit théorique est :

$$Q = a * h^b$$

En général on utilise:

$$Q = 1.32 * \text{tg}(a/2) * h^{2.47}$$

VI-3-2-Matériel utilisé

1- Panneaux en bois (figure 27) de 2m de longueur avec un déversoir triangulaire (angle $a = 60^\circ$).



Figure 27: Panneaux en bois

2- Décamètres.

VI-3-3-Les étapes expérimentales

- ↪ La première étape nous allons réaliser la station de mesure après la fabrication des panneaux en bois contenant une ouverture pour installer le déversoir, puis on les a transportés vers le lieu de travail.
- ↪ après l'installation nous allons nettoyer le canal (les roseaux, les déchets...)(figure 28)
- ↪ A l'endroit déterminé, nous avons créé une tranche pour installer les panneaux et assurer qu'ils sont au niveau (verticale et horizontale) (figure 29)
- ↪ pour l'emplacement des déversoirs.
- ↪ A la fin, nous allons prendre les mesures: la hauteur d'eau (H), l'angle (a)



Figure 28: Nettoyage de canal



Figure 29: L'installation de panneaux



Figure 30: Prendre de la hauteur d'eau

VI-3-4- RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats des mesures de la hauteur d'eau au niveau du seuil jaugeur installé sur un drain secondaire permettent de calculer les valeurs de débits.

Pour mesurer le débit, on utilise l'équation suivante (J.P. LABORDE.2009):

$$Q = 1.32 * \text{tg} (a/2) * h^{2.47}$$

$$Q = 1.32 * \text{tg} (60^\circ/2) * (0.05)^{2.47}$$

avec:

- hauteur d'eau $h = 0.05$ m
- l'angle $a = 60^\circ$

Alors:

$$Q = 4.6608 * 10^{-4} \text{m}^3/\text{s} = 0.46608 \text{ l/s}$$

D'après le résultat obtenu, nous remarquons que les valeurs sont approximatives à ceux de la réalité. Il ya une relation directe entre la hauteur et le débit. Cette méthode nous donne un bon résultat de débit à mesurer lorsque le débit est relativement faible.

D'après les résultat des méthodes appliquées, nous avons estimé les quantités globales des eaux drainées par les systèmes de drainage de la ville de Ouargla (tableau 08) qui sont données dans le tableau suivant:

Tableau 08: Volume des eaux drainées

Les méthodes de jaugeages	Débits mesuré (m ³ /s)	Volume journalier (m ³ /j)	Volume annuel (m ³ /an)	Remarque
Au flotteur	1.208	104371.2	38095488	Volumes totaux
Par diluion chimique	0.02458	2123.712	775154.88	Volumes totaux
Par seuil jaugeur	4.6608 10⁻²	4026.9312	1469829.888	drain Secondaire

Conclusion

Au cours de notre expérimentation au niveau du canal de drainage Bamendil en ce qui concerne la mesure de débit de drain et la vitesse d'écoulement, au niveau de canal principal de la ville de Ouargla, on a essayé d'appliquer trois méthodes différentes de jaugeage, premièrement par la flotteur, après par la dilution chimique, et en fin aux seuil-jaugeur.

Pour cela, on a suivi les étapes suivantes:

- Etude approfondie sur les caractéristiques de drain et les méthodes de jaugeage.
- La détermination de la précision des méthodes dans la mesure de débit de la canal expérimental.
- Le choix du drain principal pour faire des mesures par la réalisation de 10 stations par la jaugeage aux flotteur, 5 aux dilution chimique, et une seule station pour seuil-jaugeur.

Après toutes ces étapes on conclut que la méthode de flotteur donne des valeurs du débit plus précises et on constate que le débit est généralement faible, variant entre **0.0102 m³/s** et **1.208 m³/s**, les zones où le débit est très faible coïncident avec les **3** points bouchés sur le drain principal.

La méthode de dilution chimique donne des valeurs des débits plus faibles par rapport à l'autre méthode et oscillent entre **0.008327 m³/s** et **0.02458 m³/s**. On a constaté aussi que le traceur NaCl n'est pas vraiment adapté dans ce drain à cause des salinités très élevées et on recommande d'utiliser un autre traceur comme la Rhodamine.

D'après le résultat de la méthode de seuil-jaugeur obtenu, nous remarquons que les valeurs de débits $Q = 4.6608 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ dans le drain secondaire de Bamendil, sont approximatives à ceux de la réalité.

Cette méthode nous donne un bon résultat de débit à mesurer lorsque le débit est relativement faible.

Références bibliographiques

- 1-ANAT. 1995.** Maîtrise de la croissance urbaine de la métropole de Ouargla. Réhabilitation de l'écosystème de la Vallée de l'Oued Mya, 43p.
- 2-Aumassip, G, Dagherne, A, Estorges P, Lefevre-Witier, P, Mahrouf, F, Nesson, C, Rouvillois- Brigol, M. & Trecolle G, 1972-**Aperçus sur l'évolution du paysage quaternaire et le peuplement de la région de Ouargla, Libyca. T XX,pp. 205-257.
- 3-Boyé, M. & Nesson, C.1969.** Un problème de méthode: la particularité granulométrique d'un sédiment de la sebkha. Environnements de Ouargla. Revue de Géomorphologie dynamique, n° 1, 17-27.
- 4-Briere, P.R. 2000 -** Playa, Playa Lake, Sebka: proposed definitions for old term. J. Arid Environ, 7p
- 5-Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.** Méthode de mesure du débit en conduit ouvert 2008 18 24 p
- 6-Cornet, A. 1961.** Initiation à l'hydrogéologie saharienne. Cours ronéoté destiné aux officiers du cours préparatoire aux Affaires sahariennes. S.E.S. Birmandreis, Alger,108p.
- 7-DAJOZ R., 1985.**Précis d'écologie. Ed. Dunod., Paris, 499 p
- 8-DAJOZ R., 2006.** Précis d'écologie. Ed. Dunod., Paris, 631 p.
- 9-Dubief, J. 1953.** Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. S.E.S., Alger, 457p.
- 10-Dubost, D. 2002.** Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algérienne. Cent de Rech. Scien. et technique sur les régions arides, 423.
- 11-Dutil, P, 1971-** Contribution à l'étude des sols et des paléosols du Sahara , Thèse doc, Université, Strasbourg. 346 p
- 12-Guendouz, A, Moullam A.S. Edmunds, W. M, Zouari, K. Shand P. and Mamou A.2003-** Hydrogeochemical and isotopic evolution of water in the Complexe Terminal aquifer in the Algerian Sahara. Hydrogeology Journal 11, 483-495p

- 13-Hamdi-Aissa, B. 2001-** Le fonctionnement actuel et passé de sols du Nord-Sahara (Cuvette de Ouargla), Approches micromorphologique, géochimique, minéralogique et organisation spatiale, Thèse Doct., Inst. National Agronomique, Paris-Grignon, 283p.
- 14-J.P. LABORDE. 2009.** ELEMENTS D'HYDROLOGIE DE SURFACE. 43-57 P Bernard Thébé. Yann L'hôte. Acquisition et constitution d'un information hydrologique de base. 1999
- 15-LEZINE, A. M. 1993-** Chemchane, Histoire d'une Sebkhah. Sécheresse, 1(4), 25-30.
- 16-Le HOUEROU, H.N. 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertification. OPTIONS méditerranéennes. Série B: Etude et recherche n°10. Ed. CIHEAM. Montpellier. 396p
- 17-Medinger, G. 1961.** La crue de décembre 1960, de l'Oued Mya. Trav. de l'inst. de Recherche saharienne. Tome XX. TD. 203-206
- 18-M. Goudjil et S. Bencheikh , 2011-** La pollution minérale et organique des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla Sud-Est Algérien, mémoire Master en Génie de l'environnement Université Kasdi Merbah Ouargla, P 2-29
- 19-ONM, 2015-** Donnée climatique de la région de Ouargla (1996-2014)
- 20-PHILIPPE H, et XAVIER M, et membres de l'inspection générale de l'environnement, 23 décembre 2003.** de ministère de l'écologie et du développement durable, LE DRAINAGE DANS LE MARAIS POITEVIN, Rapporté De L'inspection Général De L'environnement.
- 21-Rouvillois-Brigol, M ,1975-** Le pays de Ouargla (Sahara Algérien) variation et organisation. Pub. Univ. Sorbonne, Paris, 361p.
- 22-SAYAH LEMBAREK MOHAMMED, 2008** ETUDE HYDRAULIQUE DU CANAL OUED RIGH Détermination des Caractéristiques Hydrauliques
- 23-SMAIL EL BORJE,2014-** caractérisation quantitative des eaux de drain d'un drain principal de Ouargla, Influence sur caractéristique hydrauliques de l'écoulement dans le drain, Université Kasdi merbah Ouargla, 18 p.
- 24-SAAD B,** Hydraulique et hydrologie Pr 2eme édition

-25-UNESCO. 1972. Projet reg 100. Etude des ressources en eau du Sahara septentrional. Rapport sur les résultats du projet, UNESCO, Paris. 78p.

-26-VICTOR S (ingénieur MAPAQ), session 2010, LE DRAINAGE DE SURFACE.

-27-WALTER H.GRAF en collaboration avec M.S.ALTINAKAR, Édition (1993), HYDRAULIQUE FLUVIALE (TOME 1).

Références électroniques

- http://hydrologie.org/BIB/manuels/Laborde_2009.pdf
- http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/debit_couduit_ouvC7.pdf
- <http://hydrologie.org/BIB/manuels/morell.pdf>

Résumé

L'objectif de cette étude est d'effectuer une étude expérimentale pour quantifier le débit de drain de la ville de Ouargla (drain principal de Ouargla), à l'aide de trois méthodes de jaugeage (seuil, dilution et flotteur). Sur le terrain, on a réalisé 10 stations aux flotteur et 5 à dilution et une seule station pour seuil, pour déterminer les débits. Les valeurs de débits trouvées pour chaque méthode: par flotteur: **1.208 m³/s**, par dilution chimique: **0.02458 m³/s**, par seuil jaugeur: **4.6608 10⁻² m³/s**. Les quantités globales des eaux drainées par le système de drainage de la ville de Ouargla. Sont estimées à **38095488 m³/an** pour flotteur, **775154.88 m³/an** pour dilution chimique, **1469829.888 m³/an** pour seuil jaugeur.

Les mots clés: Ouargla. Drain. Dilution. Flotteur. Débit.

Abstract

The object of this study is to perform an experimental study for quantifying the flow of Ouargla town (main drain Ouargla), in using of three methods of judge threshold dilution and floater on ground we have aware ten 10 station on floater and 5 dilution and a single threshold station. to determinate the flow. The v

Key words: Ouargla . drain . dilution . floater . flow.

ملخص

تهدف هذه الدراسة المقترحة إلى إجراء تجارب لحساب كمية تدفق لمياه قنوات الصرف لمدينة ورقلة. وهذا باستعمال ثلاثة طرق للمعايرة (العتبة.المحلول.الطافي). على الميدان. سوف نقوم بانجاز 10 محطات بالنسبة لاستعمال طريقة الطافي و5 لطريقة المحلول و محطة واحدة بالعتبة. من اجل تكميم التدفق. قيم هذا التدفق الموجودة باستعمال مختلف الطرق: بالطافي **1.208 م³/ثا.** بالمحلول **0.02458 م³/ثا.** بالعتبة **4.6608 10⁻² م³/ثا.** المقدار الإجمالي للمياه المنقول بشبكة قنوات التصريف لمدينة ورقلة **38095488 م³/سنة** باستعمال طريقة الطافي . **775154.88 م³/سنة** باستعمال المحلول. **1469829.888 م³/سنة** باستعمال العتبة.

-الكلمات المفتاح: ورقلة. قنوات الصرف. التدفق. الطافي. للمعايرة