

UNIVERSITE SAAD DAHLAB-BLIDA 1
Faculté de technologie
Département des Sciences de l'Eau et environnement



MEMOIRE DE MASTER

Filière:Hydraulique

Spécialité :Sciences de l'Eau

Thème:

*Analyse de données physico-chimiques des eaux
de rivières
du bassin versant du Mazafran (Mitidja, Algérie)*

Préparé par :

Mr .HAMARD Djelloul

Devant le jury composé de :

Mr A OULARBI	MCA	Président
Mme S BOUZUIDJA	MAA	Examinatrice
Mr M R KHOULI	MAA	Examineur
Dr MESSAOUD NACER	MCA	Promoteur

2014/2015

REMERCIEMENTS

*JE remercie DIEU de m'avoir donné le courage, la santé et la volonté
d'accomplir ce travail.*

*Mes remerciements vont particulièrement à ma famille pour leur soutien
et leurs encouragements.*

*Je tiens à remercier mon promoteur Mr. MESSAOUD NACER
pour avoir encadrer mon travail et m'avoir beaucoup aidé par ses
orientations et ses précieux conseils pour l'élaboration de cette étude.*

*Tous les membres de jury qui me feront l'honneur d'examiner et de juger
mon travail*

*J'adresse mes remerciements à tous mes enseignants de département de
science de l'eau et l'environnement qui on contribué à ma formation.*

*Je remercier Monsieur BENSAFIA Djillali, chef de département de sciences
de l'eau et de l'environnement, pour sa disponibilité et ces conseils bénéfiques*

*Enfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont conseillé, qui sont
simplement intéressées à ce travail, et aussi celles qui, je l'espère me
pardonneront de les avoir oubliées.*

HAMARD Djelloul

Analyse de données physico-chimiques des eaux de rivières
du bassin versant du Mazafran (Mitidja, Algérie)

Résumé :

Le bassin versant du mazafran forme la plaine sublittorale de la Mitidja ouest

L'étude physico-chimique montre que l'eau la plus probable que l'on puisse rencontrer dans le bassin versant a un faciès bicarbonaté calcique, faiblement magnésien, cependant les eaux fluviales qui alimentent la partie ouest de la plaine induisent un faciès sulfate calcique dans cette région ; la majeure partie des sources flanc nord de l'atlas, alimentées par les schistes fissurés du crétacé, présentent un faciès bicarbonaté magnésien

Les eaux du réservoir astien très fortement minéralisées sont bicarbonatée sodique

ABSTRACT:

Mazafran river basin forms a sublittoral plain of the western Mitidja.

The most likely water you can find in the alluvial reservoir is calcic and bicarbonated, slightly magnesian, though the river waters which feed the western part of the plain infer a calcic sulfated composition in that part of the water table.

The main part of the Atlas northern side springs, fed by the clef ted schistes of the cretaceous present a bicarbonated magnesian aspect.

The astian reservoir waters, very highly mineralized are made of bicarbonated soda.

Sommaire

Chapitre I : Introduction générale

1. But de l'étude	09
2. Contexte géographique	09
3. Cadre hydro climatologique	09
4. Aperçu géologique	10
5. Hydrographie	12
5.1. Les stations hydrométriques	12
5.2. Descriptions géomorphologiques des stations	13
5.2.1. Bou Medfaa	13
5.2.2. El Affroun	13
5.2.3. Attatba	13
5.2.4. Bou Roumi	13
5.2.5. Amont des Gorges	13
5.2.6. Fer A Cheval	13

Chapitre II : Outils et méthodes

1. Logiciels utilisés	14
2. Méthodes	15
3. Données utilisées	16

Chapitre III : Caractéristiques hydro chimiques générales des eaux

1. Données générales sur l'hydrologie fluviale	17
1.1. Les grands traits des cours d'eau majeurs	17
1.2. Données hydro-chimiques générales	17
1.2.1. Boumedfaa	18
1.2.2. El Affroun	18
1.2.3. Bouroumi	19
1.2.4. Attatba	19
1.2.5. Amont des Gorges	19
1.2.6. Fer à Cheval	19
2. Les principaux paramètres physiques : température, pH et conductivité	20
2.1. Oued Djer	20
2.1.1. La température	20
2.1.2. Le pH	21
2.1.3. La conductivité	21
2.2. Oued Bouroumi	22
2.2.1. La température	22
2.2.2. Le pH	22
2.2.3. La conductivité	22
2.3. Confluence Oued Djer-Oued Bouroumi	23
1.3.1. La température	23
2.3.2. Le pH	23

2.3.3. La conductivité	23
2.4. Oued Chiffa	24
1.4.1. La température	24
2.4.2. Le pH	24
2.4.3. La conductivité	24
2.5. Oued Mazafran : Embouchure	25
2.5.1. La température	25
2.5.2. Le pH	25
2.5.3. La conductivité	25
3. Les éléments chimiques majeurs	26
3.1. Oued Djer	26
3.1.1. Les cations	26
3.1.2. Les anions	27
3.2. Oued Bouroumi	28
3.2.1. Les cations	28
3.2.2. Les anions	28
3.3. Confluence Oued Djer-Oued Bouroumi	28
3.3.1. Les cations	28
3.3.2. Les anions	29
3.4. Oued Chiffa	29
3.4.1. Les cations	29
3.4.2. Les anions	30
3.5. Oued Mazafran : Embouchure	30
3.5.1. Les cations	30
3.5.2. Les anions	31
4. Les facies chimiques	31
4.1. Oued Djer	31
4.2. Oued Bouroumi	34
4.3. Confluence Oued Djer-Oued Bouroumi	34
4.4. Oued Chiffa	36
4.5. Oued Mazafran: Embouchure	38
5. Conclusion	40
Chapitre IV : Acquisition de la minéralisation des eaux	
1. Relations binaires entre éléments majeurs	41
1.1. Oued Djer/ stations Boumedfaa et El Affroun	41
1.1.1. Ca vs HCO ₃	44
1.1.2. Ca vs Mg	44
1.1.3. Na vs Ca	45
1.1.4. Cl vs Na	46
1.1.5. SO ₄ vs NO ₃	47
1.1.6. Cl vs NO ₃	48
1.1.7. Na + K vs NO ₃	48

1.2. Oued Bouroumi:	49
1.3. Confluence Oued Djer-Oued Bouroumi: Attatba	49
1.3.1. Ca vs HCO ₃	49
1.3.2. Mg vs Ca	49
1.3.3. Na vs Ca	50
1.3.4. Cl vs Na	51
1.3.5. SO ₄ vs NO ₃	52
1.3.6. Cl vs NO ₃	52
1.3.7. Na + K vs NO ₃	52
1.4. Oued Chiffa: Gorges	53
1.4.1. Ca vs HCO ₃	53
1.4.2. Mg vs Ca	54
1.4.3. Na vs Ca	55
1.4.4. Cl vs Na	55
1.4.5. SO ₄ vs NO ₃	56
1.4.6. Cl vs NO ₃	57
1.4.7. Na + K vs NO ₃	57
1.5. Oued Mazafran : Fer à Cheval : Embouchure	58
1.5.1. Ca vs HCO ₃	58
1.5.2. Mg vs Ca	59
1.5.3. Na vs Ca	59
1.5.4. Cl vs Na	60
1.5.5. SO ₄ vs NO ₃	60
1.5.6. Cl vs NO ₃	60
1.5.7. Na + K vs NO ₃	61
2. Conclusion	62
Chapitre V : Conclusion générale	

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les stations et leurs codes

Tableau 2 ; les valeurs moyennes des éléments a plusieurs stations en me/l

Tableau 3 : Minéralisations moyennes des eaux en mé/l

Liste des figures

Figure 01 : Contexte géographique du Mazafran

Figure 1.1 : emplacement des stations de jaugeages

Figure 1.2 ; Carte géologique simplifiée de la Mitidja ouest et de sa bordure Atlasique.

Figure 1.3 : Situation geographiques des stations hydrometriques

Figure 2 : évolution du ph au court du temps (Bou Medfaa)

Figure 3: évolution du ph au court du temps (el Affroun)

Figure 4: évolution de la conductivité au court du temps (Bou Medfaa)

Figure 5 : évolution du Ce au court du temps (el Affroun)

Figure 6 : évolution du ph au court du temps (Attatba)

Figure 7 : évolution du Ce au court du temps (Attatba)

Figure 8 : évolution du ph au court du temps (Amont des gorges)

Figure 9 : évolution du Ce au court du temps (amont des gorges)

Figure 10 : évolution du ph au court du temps (Fer à cheval)

Figure 11 : évolution du Ce au court du temps (fer à cheval)

Figure 12 : évolution des cations au court du temps (Bou Medfaa)

Figure 13 : évolution des cations au court du temps (EL Affroun)

Figure 14 : évolution des anions au court du temps (Bou Medfaa)

Figure 15 : évolution des anions au court du temps (EL Affroun)

Figure 16 : évolution des cations au court du temps (Attatba)

Figure 17 : évolution des anions au court du temps (Attatba)

Figure 18 : évolution des cations au court du temps (amont des gorges)

Figure 19 : évolution des anions au court du temps (amont des gorges)

Figure 20 : évolution des cations au court du temps (fer à cheval)

Figure 21 : évolution des anions au court du temps (fer à cheval)

Figure 22; DIAGRAMME DE PIPER (Bou Medfaa)

Figure 23 ; Les facies chimique (Bou Medfaa)

Figure 24; Conductivité des eaux de l'oued Djer (Bou Medfaa)

Figure 25; DIAGRAMME DE PIPER (el Affroun)

Figure 26 ; Les facies chimique (El Affroun)

Figure 27; Conductivité des eaux de l'oued Djer (el Affroun)

Figure 28; DIAGRAMME DE PIPER (ATTATBA)

Figure 29; Les facies chimique (Attatba)

Figure 31; Conductivité des eaux de l'oued Mazafran (Attatba)

Figure 32; DIAGRAMME DE PIPER (amont des gorges)

Figure 33; Les facies chimique (Amont des gorges)

Figure 34 : Conductivité des eaux de l'oued Chiffa (amont des gorges)

Figure 35 : DIAGRAMME DE PIPER (fer à cheval)

Figure 36; Les facies chimique (fer à cheval)

Figure 37; Conductivité des eaux de l'oued Mazafran (fer à cheval)

Figure 38; Relations binaires entre Ca & HCO₃ (Bou Medfaa)

Figure 39; Relations binaires entre Ca & HCO₃ (EL AFFROUN)

Figure 40 ; Relations binaires entre Mg & Ca (El-Affroun)

Figure 41; Relations binaires entre Mg & Ca (El-Affroun)

Figure 42; Relations binaires entre Ca & Na (Bou Medfaa)

Figure 43; Relations binaires entre Na & Ca (El-Affroun)

Figure 44; Relations binaires entre Cl & Na (Bou Medfaa)

Figure 45; Relations binaires entre Cl & Na (El-Affroun)

Figure 46; Relations binaires entre So₄ & No₃ (Bou Medfaa)

Figure 47; Relations binaires entre So₄ & No₃ (El-Affroun)

Figure 48; Relations binaires entre Cl & No₃ (Bou Medfaa)

Figure 49; Relations binaires entre Cl & No₃ (El-Affroun)

Figure 50; Relations binaires entre Na+K & No₃ (Bou Medfaa)

Figure 51; Relations binaires entre Na+K & No₃ (El-Affroun)

Figure 52; Relations binaires entre Ca & HCO₃ (Oued Djer-Oued Bouroumi)

Figure 53; Relations binaires entre Mg & Ca (Oued Djer-Oued Bouroumi)

Figure 54; Relations binaires entre Na & Ca (Oued Djer-Oued Bouroumi)

Figure 55; Relations binaires entre Cl & Na (Oued Djer-Oued Bouroumi)

Figure 56; Relations binaires entre So₄ & No₃ (Oued Djer-Oued Bouroumi)

Figure 57; Relations binaires entre Cl & No₃ (Oued Djer-Oued Bouroumi)

Figure 58; Relations binaires entre Na+K & No₃ (Oued Djer-Oued Bouroumi)

Figure 59; Relations binaires entre Ca & HCO₃ (Oued Chiffa)

Figure 60; Relations binaires entre Mg & ca (Oued Chiffa)

Figure 61; Relations binaires entre Na & Ca (Oued Chiffa)

Figure 62; Relations binaires entre Cl & Na (Oued Chiffa)

Figure 63; Relations binaires entre SO₄ & No₃ (Oued Chiffa)

Figure 64; Relations binaires entre Cl & No₃ (Oued Chiffa)

Figure 65; Relations binaires entre Na+K & No₃ (Oued Chiffa)

Figure 66; Relations binaires entre Ca & HCO₃ (Oued Mazafran)

Figure 67; Relations binaires entre Mg & ca (Oued Mazafran)

Figure 68; Relations binaires entre Na & Ca (Oued Mazafran)

Figure 69; Relations binaires entre Cl & Na (Oued Mazafran)

Figure 70; Relations binaires entre SO₄ & No₃ (Oued Mazafran)

Figure 71; Relations binaires entre Cl & No₃ (Oued Mazafran)

Figure 72; Relations binaires entre Na+K & No₃ (Oued Mazafran)

Chapitre I : Introduction générale

1. But de l'étude

La caractérisation d'une eau superficielle passe toujours par des prélèvements réguliers d'échantillons aux niveaux des stations hydrométriques et l'analyse de différents paramètres physico-chimiques.

Des prélèvements d'eau sont régulièrement effectués au niveau de certaines stations de jaugeage qui contrôlent les rivières du bassin versant du Mazafran.

Il s'agira de traiter ces données afin de caractériser chimiquement ces eaux et de tenter de comprendre l'acquisition et éventuellement l'évolution de leur chimisme le long de leurs trajets vers l'exutoire.

2. Contexte géographique

Située à l'Ouest d'Alger, la plaine du Mazafran fait partie de la Mitidja. Au Nord, elle est isolée de la mer méditerranée par la ride du Sahel. Au Sud, elle est bordée par l'Atlas Blidéen. Les limites est et ouest sont hydrogéologiques.

Les rivières, qui prennent leurs sources dans l'Atlas, traversent perpendiculairement la plaine avant de se rejoindre vers l'aval pour ne former qu'une seule, l'oued Mazafran qui franchit le Sahel en une cluse avant de se jeter à la mer.

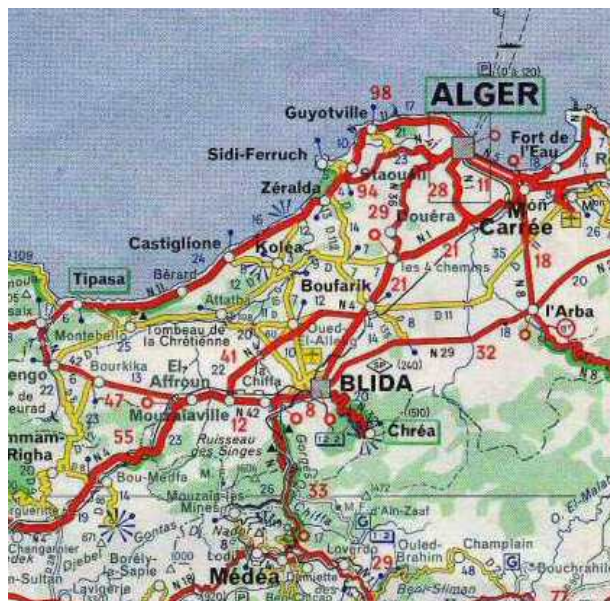


Figure 01 Contexte géographique du Mazafran.

3. Cadre hydro climatologique

La température moyenne annuelle dans l'ensemble de la région varie dans l'intervalle de 11°C pour la station de haute montagne (Chróa), à 18°C pour les stations de basse altitude (plaine et littoral). Les moyennes annuelles des précipitations, qui varient de 1400 mm (Chróa) station exposée aux vents pluvieux, à 600 mm pour la station de Bou-Ismail sur le littoral, au niveau de la plaine, sont de l'ordre de 700 à 900 mm.

Annuellement on distingue deux régimes climatiques, l'été qui est la saison la plus sèche de l'année et l'hiver qui est la saison la plus humide. La hauteur moyenne annuelle des précipitations sur le bassin versant est d'environ 740 mm, alors qu'elle est de 824 mm pour l'Atlas, ce qui donne un total de 1,4 milliard de m³/an. Quantité énorme, dont malheureusement une grande partie se perd à cause de l'écoulement et de l'évapotranspiration qui diminuent l'efficacité des précipitations, puisqu'elle représente une moyenne de 80 % des précipitations en plaine et 42 % en montagne.

L'étude hydro-climatologique, nous a permis de mettre en évidence les potentialités importantes de notre région d'étude, mais aussi, et surtout le fait que ces ressources importantes sont très peu exploitées, alors que la disponibilité de l'eau, surtout en saison estivale, pose chaque année les mêmes tracés. En effet, seulement 1,4 % des précipitations contribuent à alimenter les nappes souterraines, l'évaporation étant très importante (76 %), alors que 23 % des précipitations traversent la cluse du Mazafran et partent se jeter en mer. (Hydrogéologie et pollution des eaux : exemple du bassin versant du Mazafran, Mtidja (Algérie) N. Messaoud Nacer)

4. Aperçu géologique

L'étude géologique nous a permis de dégager certains traits essentiels grâce auxquels ont été définis les formations aquifères et leurs substratums imperméables dans la région du bassin versant du Mazafran. L'allure synclinale du bassin est bien confirmée et accusée par la présence de flexures bordières, le fond du bassin restant en général relativement plat. La flexure Nord est plus accentuée, les profondeurs atteignant 500 mètres. Les variations verticales peuvent se ramener schématiquement à la succession suivante, de bas en haut:

- le Plaisancier formant le substratum marneux imperméable,
- l'Astien à faciès gréseux, en général d'épaisseur de l'ordre de 100 à 200 mètres.
- les alluvions argileuses sur l'ensemble du bassin sauf en certains endroits où des dépôts grossiers viennent s'y intercaler.
- les alluvions grossières en surface, cônes de déjection et anciens lits d'oueds; les épaisseurs sont en moyenne de 200 mètres.

Les réservoirs aquifères sont constitués par la formation Astienne et par celle des alluvions grossières. Le relèvement de l'horizon Astien, le long du flanc sud du Sahel, induit parfois un contact avec le réservoir alluvial. Au Sud les relations entre le réservoir alluvial et l'Atlas sont localisées au piedmont. Nous sommes donc en présence d'un modèle à deux nappes superposées et il serait intéressant de savoir si éventuellement il existe des échanges entre les deux ; nous essaierons de donner une réponse à cette question dans les chapitres suivants. Nous venons de décrire le contexte géologique des aquifères de la plaine du Mazafran, nous allons tacher, dans le prochain chapitre, de définir les caractéristiques hydrodynamiques du réservoir alluvial du Quaternaire.

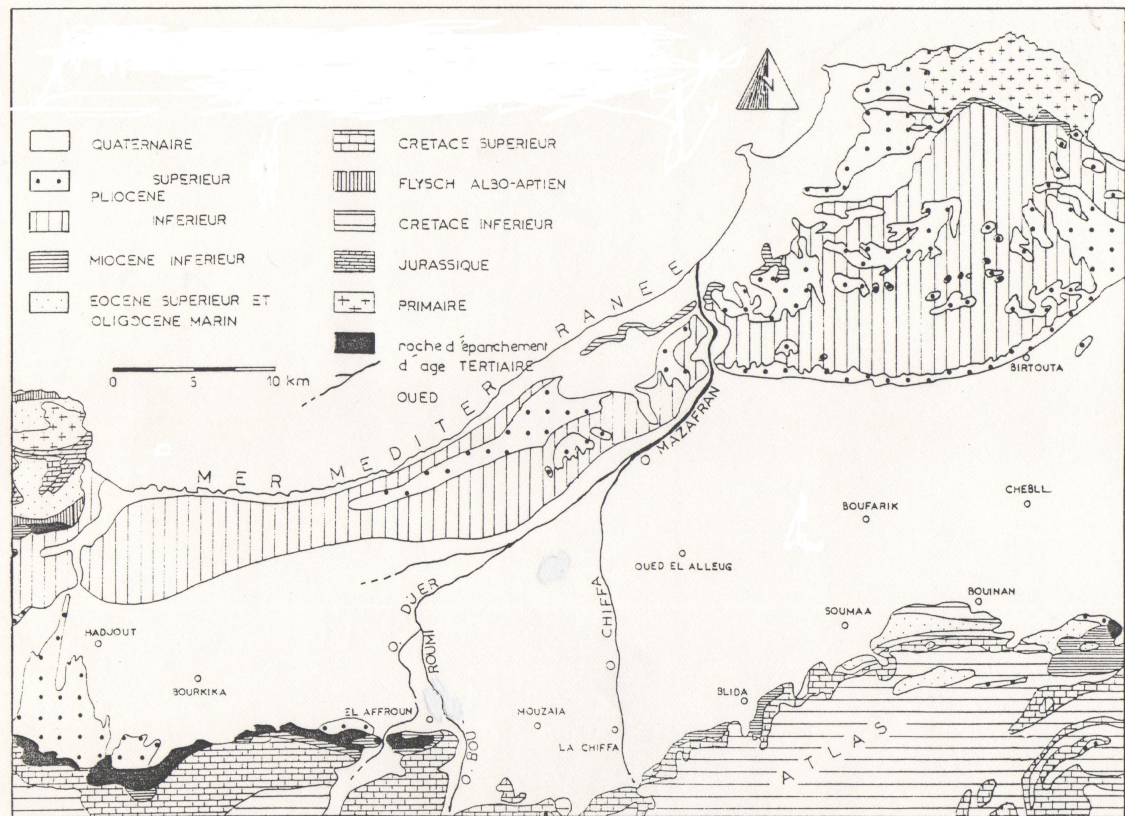


Fig. 1.2: Carte géologique simplifiée de la Mitidja ouest et de sa bordure Atlasique

5. Hydrographie

5.1. Les stations hydrométriques

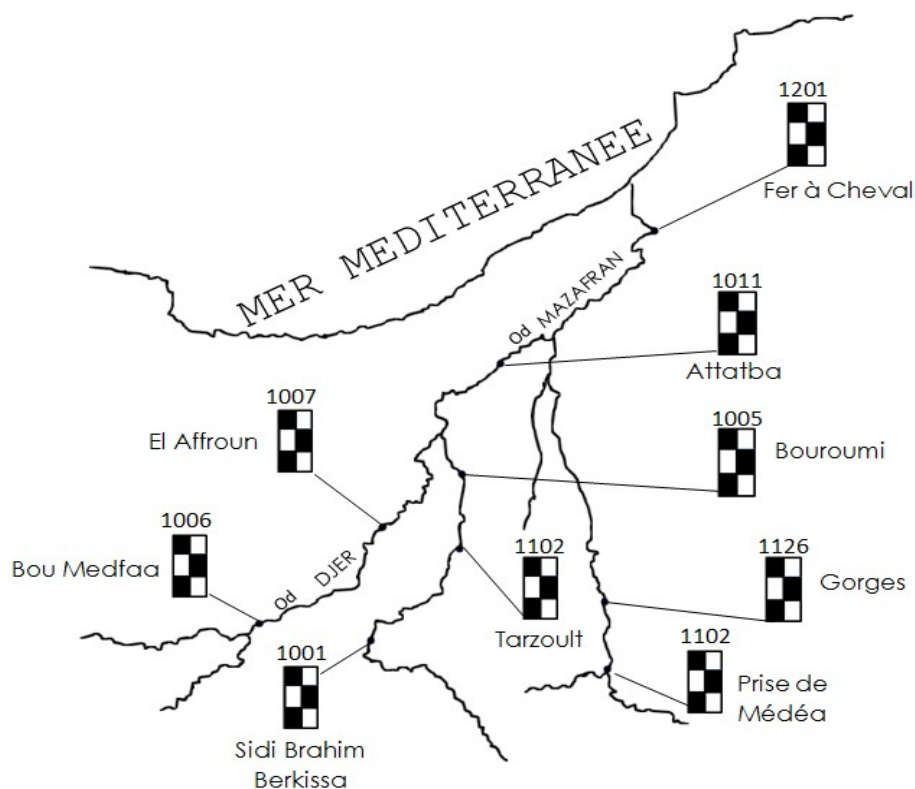


Fig 1.3 : Situation géographique des stations hydrométriques

Sur les 09 stations qui composent le réseau de surveillance du bassin versant, nous n'avons pu utiliser les données que les données de 06 stations (voir tableau ci-dessous)

Nous n'avons pu avoir accès aux données des stations, Prise de Médéa (oued Chiffa), Sidi Brahim Berkissa et Tazoult (oued Bouroumi)

Oued	Station	Code
Djer	Bou Medfaa	021006
Djer	El Affroun	021007
Djer	Attatba	021011
Bou Roumi	Bou Roumi	021005
Chiffa	Amont des Gorges	021126
Mazafran	Fer A Cheval	021201

Tableau 01 : Les stations hydrographiques opérationnelles

5.2. Descriptions géomorphologiques des stations

5.2.1. Bou Medfaa

Elle est située sur l'oued Djer, sur la R.N.4 à 4 km au nord Est de l'intersection avec la WS, à 6 km par route du village de Bou-Medfaa. Établie en septembre 1960, à fonctionner en permanence. La rive gauche est un affleurement rocheux en pente, la rive droite est un conglomérat érodable. Le lit est composé de graviers.

5.2.2. El Affroun

Située à 4 km au sud-ouest de la ville, le pont est situé sur une petite route entre la R.N.4 et la R.N.42. Établie en 1969, la station a fonctionné en permanence. Le lit de l'oued est fait de graviers dans une matrice compactée de matériaux à granules plus fines. Il a été noté un exhaussement du niveau du lit, dû à l'alluvionnement.

5.2.3. Attatba

La station est située au niveau d'un pont sur l'oued Bouroumi sur le L 108, à 1 km au sud d'Attatba; elle a été créée. En septembre 1969. Le lit est rectiligne sur plusieurs centaines de mètres en amont. En coupe, le cours d'eau est profond, régulier et bien délimité, avec des rives abruptes et un lit de sables et graviers fortement érodables.

5.2.4. Bou Roumi

Il s'agit du pont SNTF, situé à 2 Km à l'est d'El-Affroun, 100 m en aval du pont routier de la R.N 4. La station a été établie en novembre 1973, et fonctionne en permanence. Le lit de l'oued est rectiligne sur plusieurs centaines de mètres en amont et en aval de la station. La largeur du cours au niveau du pont est de 35 m.

5.2.5. Amont des Gorges

La station Gorges I est située sur la R.N.1, à un kilomètre au sud du «ruisseau des singes", sur l'oued Chiffa. Station créée en 1952, elle a été remplacée en 1969 par une station à 1 km en amont (Amont des Gorges ou Gorges II) dont le lit de l'oued est en V, avec des parois rocheuses stables et des dépôts de graviers le long du fond.

5.2.6. Fer A Cheval

Située sur l'oued Mazafran, la station est située au niveau d'un pont sur la W.12, à 2 km au nord de l'embranchement avec la W.7 et à 4 km au sud de l'embranchement avec la R.N.11. La station a été établie en 1945, elle a fonctionné sans arrêt depuis janvier 1964. Le lit est profondément encaissé avec des rives abruptes en argiles. Atteignant 9 m des deux côtés. Il est composé de graviers et semble très mobile.

Chapitre II : Outils et méthodes

1. Logiciels utilisés

Le principal outil utilisé est le logiciel DIAGRAMMES (FigureII) créé par Roland SIMLER du Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon. C'est un logiciel d'hydrochimie en distribution libre facilitant l'exploitation d'analyse d'eau. Ces fonctions sont variées et complètes, en voici quelques unes:

Les diagrammes:

- Piper
- Schoeller-Berkalov
- Korjinski
- Stiff
- Binaire

Les paramètres calculés :

- balances ionique
- dureté
- teneurs en cations
- teneurs en anions

Toutes les fonctionnalités n'ont pas été utilisées, mais ce logiciel s'avère être simple d'utilisation. De ce fait les diagrammes de PIPER, de Wilcox et Binaires ont été établis grâce à ce logiciel.

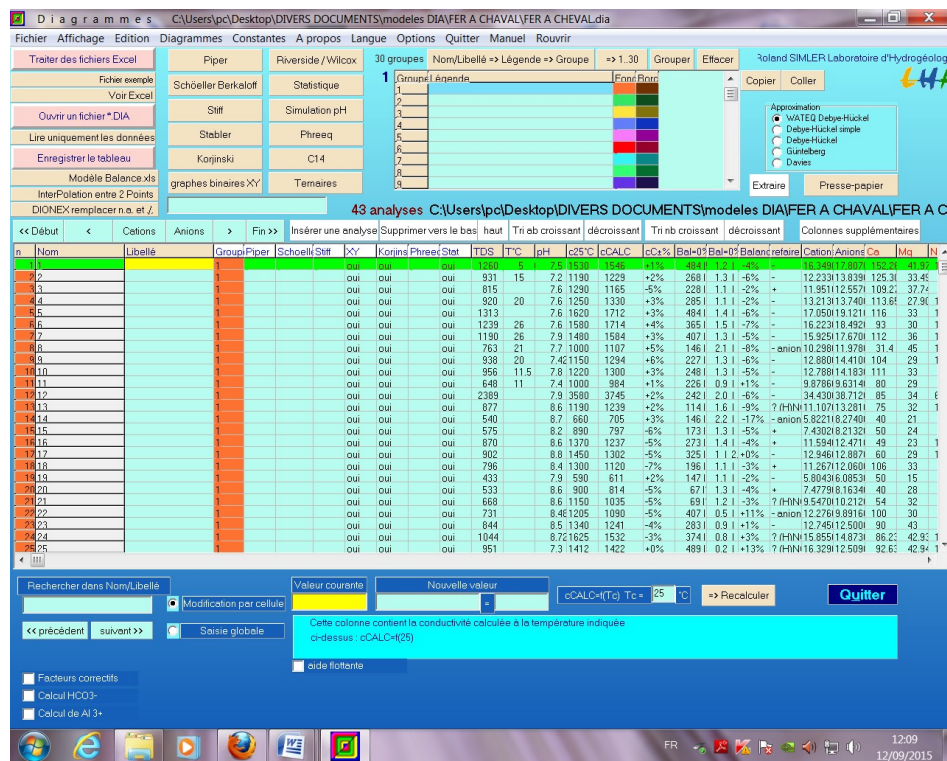


Figure II. Interface de commande du logiciel DIAGRAMME

2. Méthodes

Le diagramme de Schoeller Berkalov (FigureII.1) permet de représenter le faciès chimique de

plusieurs eaux. Chaque échantillon est représenté par une ligne brisée. La concentration de chaque élément chimique est figurée par une ligne verticale en échelle logarithmique. La ligne brisée est formée en reliant tous les points figurant les différents éléments chimiques. Lorsque les lignes se croisent, un changement de faciès chimique est mis en évidence.

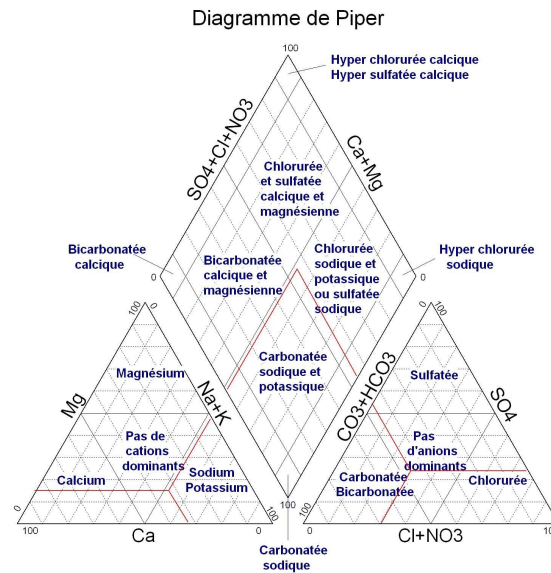


Fig. II.1: Diagramme Schoeller-Berkaloff

Le diagramme de wilcox ou riverside (Figure II.2) permet de classer les eaux (selon leur salinité) en 05 classes d'aptitude à l'irrigation : excellente, bonne, admissible, médiocre et mauvaise.

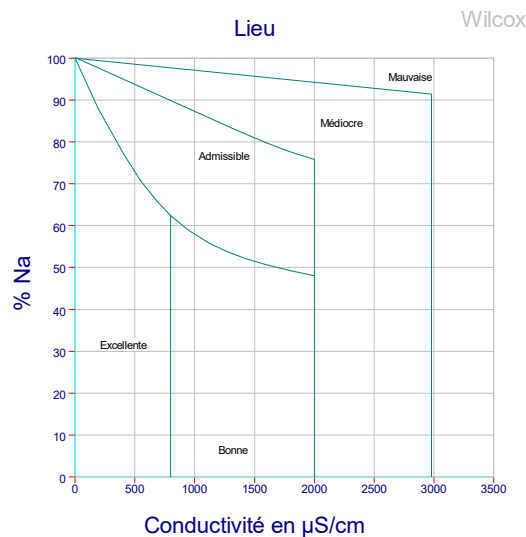


Fig. II.2: Diagramme de wilcox ou riverside

3. Données utilisées

Les données utilisées pour cette étude proviennent du fichier d'analyses physico-chimique de l'Agence National des Ressources Hydriques (ANRH Blida)

Les résultats d'analyses sont très hétérogènes, en effet le nombre d'analyses par point de prélèvement est compris entre 1 (Bouroumi) et Comme nous pouvons le voir grâce au tableau 02 ci après, les paramètres mesurés sur site et par analyses ne sont pas non plus les mêmes d'un point à l'autre. D'autre part, il a fallu mettre faire un tri et éliminer les analyses qui présentent des incohérences de dates de prélèvements.

Pour finir il est important de prendre en considération que l'étendue des chroniques varie énormément, certaines débutent en plusieurs alors que d'autres sont établies uniquement depuis quelque un Il a donc fallu prendre tous ces paramètres en considération.

Chapitre III : Caractéristiques hydro chimiques générales des eaux

1. Données générales sur l'hydrologie fluviale

1.1. Les grands traits des cours d'eau majeurs

Nous rappellerons que le bassin versant du Mazafran compte principalement trois oueds, d'est en ouest : l'Oued Chiffa, l'Oued Bouroumi et l'Oued Djer. À l'aval, ils se rejoignent pour n'en former qu'un seul, l'Oued Mazafran. Très brièvement, nous décrivons les terrains géologiques traversés par les Oueds :

L'Oued Djer : il prend naissance dans le Djebel GANNTAS. Jusqu'à la station de jaugeage de Bou-Medfaa, il est alimenté par ses nombreux petits affluents qui coulent sur des terrains miocènes, formés de marnes et argiles. Le lit principal est constitué d'alluvions à prédominance argileuse. Entre la station B.M et celle d'El-Affroun, l'Oued traverse successivement, des terrains crétacés peu perméables, foirés de marnes et de lentilles calcaires ; enfin avant d'entrer dans la plaine proprement dite, avec des terrains quaternaires formés d'argiles et graviers, l'Oued traverse une grande bande triasique formée gypse et de marnes ;

L'Oued Bouroumi traverse la même succession de terrains ;

L'Oued Chiffa, au niveau de la station de Gorges, creuse son lit dans des schistes du crétacé, fissurés, altérés. Des prélèvements d'eau sont régulièrement effectués sur six des neuf stations de jaugeages qui contrôlent ces oueds. Les valeurs moyennes sont exprimées sur le tableau ci-après :

1.2. Données hydro-chimiques générales

Présentation du réseau hydrographique les grands traits des cours d'eau majeurs sont présentés dans le chapitre hydro climatologie. Nous rappellerons que le bassin versant du Mazafran compte principalement trois oueds, d'est en ouest : l'Oued Chiffa, l'Oued Bouroumi et l'Oued Djer. À l'aval, ils se rejoignent pour n'en former qu'un seul, l'Oued Mazafran. Très brièvement, nous décrivons les terrains géologiques traversés par les Oueds :

L'Oued Djer : il prend naissance dans le Djebel GANNTAS. Jusqu'à la station de jaugeage de Bou-Medfaa , il est alimenté par ses nombreux petits affluents qui coulent sur des terrains miocènes, formés de marnes et argiles. Le lit principal est constitué d'alluvions à prédominance argileuse. Entre la station B.M et celle d'El-Affroun, l'Oued traverse successivement, des terrains crétacés peu perméables, foirés de marnes et de lentilles calcaires ; enfin avant d'entrer dans la plaine proprement dite, avec des terrains quaternaires formés d'argiles et graviers, l'Oued traverse une grande bande triasique formée gypse et de marnes ;

L'Oued Bouroumi traverse la même succession de terrains ;

L'Oued Chiffa, au niveau de la station de Gorges, creuse son lit dans des schistes du crétacé, fissurés, altérés.

Des prélèvements d'eau sont régulièrement effectués sur six des neuf stations de jaugeages qui contrôlent ces oueds. Les valeurs moyennes sont exprimées sur le tableau ci-après :

Stations	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃	NO ₃ ⁻
Boumedfaa	5.92	4.14	5.73	0.27	4.74	6.32	4.70	0.35
El Affroun	5.10	4.53	5.65	0.18	4.14	6.52	4.29	0.38
Attatba	4.32	3.89	4.96	0.21	3.15	5.43	4.57	0.48
Amont des Gorges	1.99	1.05	2.51	0.11	0.90	2.10	3.82	0.02
Fer à cheval	2.86	5.04	4.26	0.34	4.30	3.08	4.73	0.44
Bouroumi	3.62	1.52	4.54	0.18	1.95	3.75	3.51	0.40

Tableau 03 : Minéralisations moyennes des eaux en mé/l

1.2.1. Boumedfaa

Les résultats portent sur 46 échantillons prélevés entre la période du 12/12/2009 au 20/05/2013; les éléments prédominants sont So₄ (6,32 me/l), Ca⁺⁺ (5.73mé/l) et Mg⁺⁺ (5.92 me/l) ce qui confère à l'eau un faciès sulfaté calcique et magnésien. La matrice de corrélation nous montre que certains éléments sont bien corrélés entre eux : SO₄/RS (0,87) ; SO₄/Na⁺ (0,74) ; SO₄/Cl (0,73) ; SO₄/ca⁺⁺ (0,62) ; Cl⁻/Na⁺ (0,93) Cl⁻/RS (0,79), RS/Ca⁺⁺ (0,6) et RS/Na⁺ (0,84). Par contre, la hauteur de la tranche d'eau, notée profondeur, n'est corrélée avec aucune variable ; dans ce cas nous serons tentés de conclure que la dilution ne joue pas un rôle dans la constitution chimique des eaux. Il n'y a donc vraisemblablement pas de phénomènes de dilution ; ceci peut indiquer également que la composition chimique des eaux est acquise bien avant son « arrivée » dans la plaine proprement dite.

1.2.2. El Affroun

Les résultats portent sur 31 échantillons prélevés entre la période du 12/01/2010 au 16/05/2013. Les éléments qui prédominent sont So₄ (6.52 me/l), Ca⁺⁺ (5.65me/l) ; Mg⁺⁺ (5.10 me/l) ; on retrouve le même faciès que celui de BM, nettement sulfaté calcique et magnésien ; la différence réside dans le fait que l'on a une valeur beaucoup plus élevée de l'ion HCO₃ (3,5 mé/l) contre 2,8 mé/l à B-M ; ceci peut s'expliquer par le fait qu'entre les deux stations, l'eau de l'Oued traverse des terrains crétacés marneux à lentilles calcaires : CaCO₃ + H₂O + CO₂ + Ca (HCO₃)₂ (Ca, Mg) CO₃ + H₂O + CO₂ + (Ca, Mg) (HCO₃)₂ La matrice de corrélation nous montre une plus grande corrélation entre les éléments. Le résidu sec est beaucoup plus corrélé. On notera également la même remarque pour la hauteur d'eau.

1.2.3. Bouroumi

Les analyses ont porté sur un seul échantillon, prélevés le 11/02/2013. Les résultats font ressortir le même faciès que précédemment : SO₄ (1.95 me/l), Ca⁺⁺ (4.54), mg⁺⁺ (3.62),

mais seulement 1,52mé/1 pour l'ion Na⁺ et 3.75 mé/1 pour l'ion Cl. La minéralisation totale est de l'ordre de 23 mé/1 pour les stations des oueds Djer et Bouroumi

1.2.4. Attatba

39 échantillons prélevés entre la période du 21/12/2009 au 25/04/2013 nous permettent de tirer les conclusions suivantes : On retrouve le même faciès que ceux des stations précédentes, c'est-à-dire sulfaté calcique et magnésien. Les valeurs moyennes sont : 5,43 mé/1 (SO₄), 4,96 mé/1 (Ca⁺⁺) et 4,32 mé/1 (Mg⁺⁺). Les eaux analysées à Attatba résultent d'un mélange des oueds Djer et Tarzoult, il est donc normal de retrouver grosso modo, les mêmes proportions d'éléments. La matrice montre une bonne corrélation entre les éléments. Fait nouveau, l'ion Na⁺ est assez bien corrélé avec le reste des éléments, le taux des nitrates est important, il varie de 0 à 88 mg/1 avec une moyenne de 21 mg/1. On a donc augmentation sensible des nitrates sur des échantillons prélevés franchement sur la plaine. Sachant que les prélèvements sont intervenus durant la période des pluies, il pourrait s'agir de phénomènes de lessivage des terres agricoles, d'où l'influence culturale.

1.2.5. Amont des Gorges

Les analyses ont porté sur 5 échantillons, prélevés entre le 01/12/2009 et le 09/02/2010. Les résultats font ressortir le même faciès que précédemment : SO₄ (2.10 me/l), Ca⁺⁺ (2.51), mg⁺⁺ (1.99), mais seulement 1,05mé/1 pour l'ion Na⁺ et 0,9 mé/1 pour l'ion Cl. La minéralisation totale est beaucoup plus faible : 13,7mé/1 alors qu'elle est de l'ordre de 23 mé/1 pour les stations des oueds Djer et Bouroumi, ceci peut s'expliquer par le fait que l'Oued Chiffa, au niveau de la station de Gorges, creuse son lit dans des schistes de la rutacée, fissurés et altérés, d'où un lessivage moins important. La matrice de corrélation montre qu'il y a nettement moins d'éléments corrélés entre eux.

On note également une faible valeur pour le résidu sec : RS : 469 mg/1, alors qu'il est d'environ 800 mg/1 pour les autres stations ; ceci peut s'expliquer par le fait que la hauteur d'eau (en moyenne 257 cm) est beaucoup plus importante et aussi et surtout par le fait que les eaux coulent sur un terrain schisteux, donc peu enclin à charger l'eau en matières en suspension (M.E.S.).

1.2.6. Fer à Cheval

42 échantillons prélevés entre le 28/01/2008 et le 03/06/2012. Les valeurs moyennes enregistrées sont : HCO₃ (4.73mé/1), SO₄ (3,08mé/1), Ca⁺⁺ (4.26 mé/1).

On remarque aussi que si le taux de sulfates demeure important, le faciès est désormais bicarbonate calcique. Les valeurs des ions Na⁺ et Mg⁺⁺ sont d'importance modérée.

On retrouve à peu près les mêmes corrélations lues précédemment. Le coefficient de corrélation cond/RS est de 0,98, alors que jusqu'à présent et à part pour Tarzoult (0,9), ce coefficient était assez faible. Ceci montre que les eaux analysées à Fer à cheval, qui ont traversé la plaine sur toute sa largeur, ont pris l'empreinte des terrains quaternaires traversés. Ce changement de faciès est dû à des phénomènes modificateurs dans les argiles quaternaires.

2. Les principaux paramètres physiques : température, pH et conductivité

2.1. Oued Djer

2.1.1. La température

2.1.2. Le pH

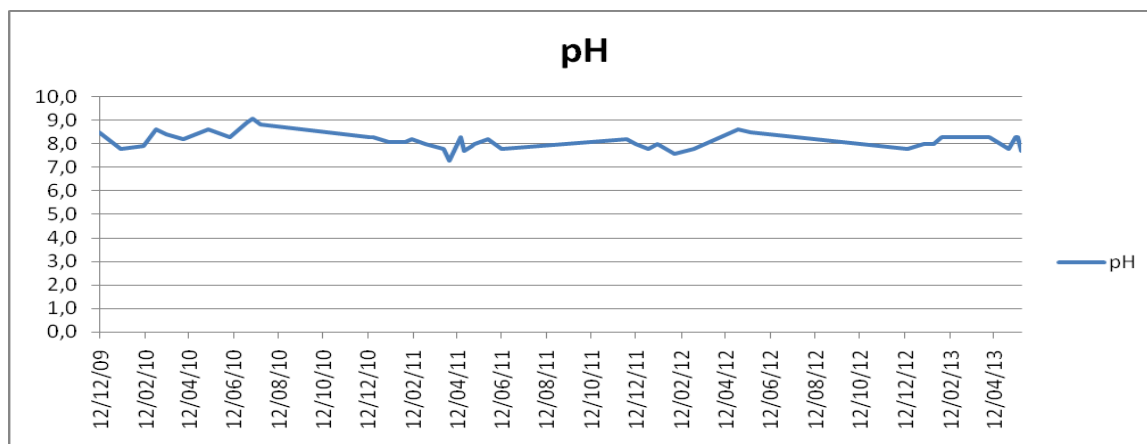


Fig 02: Evolution temporelle du pH à la station Boumedfaa

le graphe ci-dessus montre l'évolution temporelle du pH à la station de Boumedfaa pour la période allant de 12.12.2009 jusqu'au 12.04.2013, suivant cette évolution on remarque que le pH varie entre 7 comme valeur minimal et 9 comme valeur maximale, c'est une évolution temporelle presque constante, le pH est basique donc l'eau elle est de type alcaline

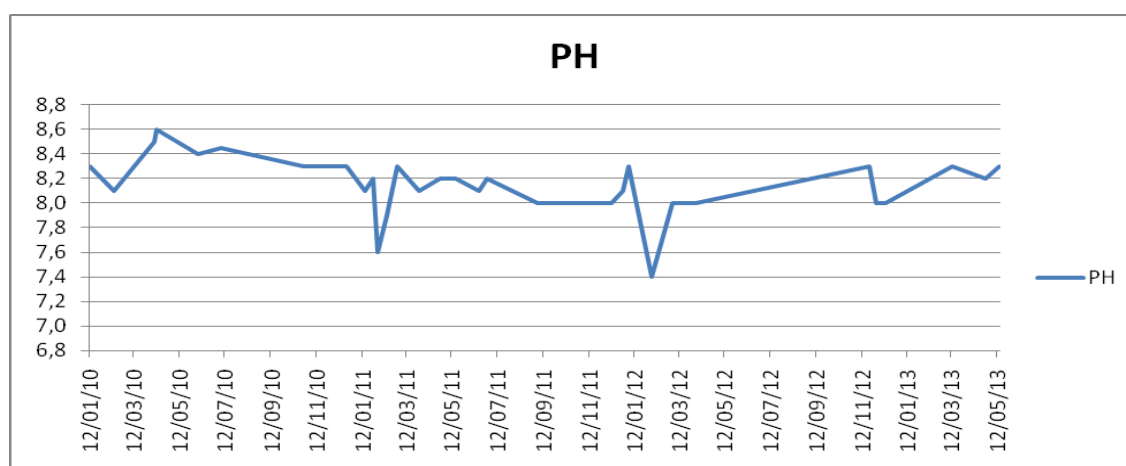


Fig. 03: Evolution temporelle du pH à la station El Affroun

Le graphe ci-dessus montre l'évolution temporelle du pH de la station de El Affroun pour la période allant de 12.01.2010 jusqu'au 12.05.2013 on remarque que le pH varie entre 7.6 comme valeur minimale acquise en 12.01.12 et une valeur maximale de 8,6 atteinte en

12.05.10, donc c'est un pH basique c qui montre que la nature des eaux sont des eaux alcalines.

2.1.3. La conductivité

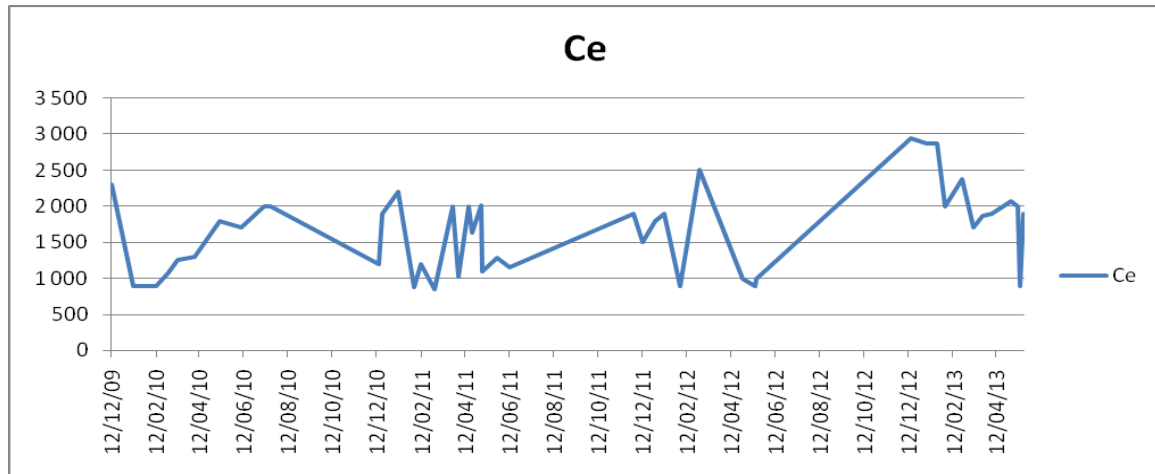


Fig. 04: Evolution temporelle de la conductivité à la station Boumedfaa

Le graphe ci-dessus représente la variation de la conductivité à la station de Boumedfaa pour la période allant de 12.12.2009 jusqu'à 12.04.2013

On remarque que la conductivité des eaux est très variable ce qui est un signe d'une augmentation des apports de substances dissoutes prévenant du bassin versant, elle augmente des fois comme en 12.12.2012 elle a atteint une valeur de 3000 cela s'explique par une augmentation des ions, et elle diminue des fois comme en 12.12.2009 une valeur de conductivité de 1000 ce qui s'explique par une diminution dans la teneur des ions analysés

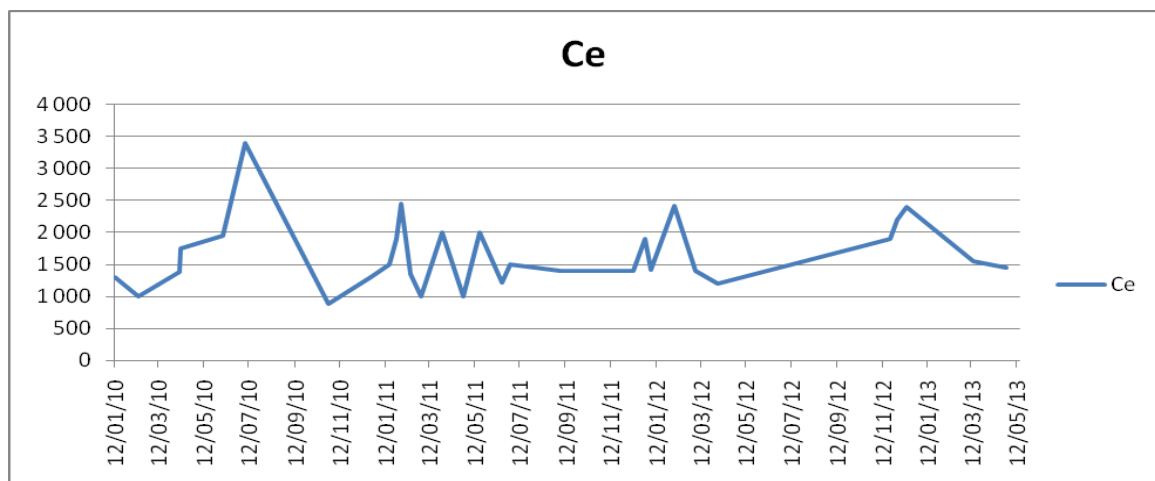


Fig. 5: Evolution temporelle de la conductivité à la station El Affroun

Le graphe ci-dessus représente la variation de la conductivité à la station d'El affroun pour la période allant de 12.01.2009 jusqu'à 12.05.2013

On remarque que la conductivité des eaux est très variable ce qui est un signe d'une augmentation des apports de substances dissoutes prévenant du bassin versant, elle augmente des fois comme en 12.07.2009 elle a atteint une valeur de 3500 cela s'explique par une augmentation des ions, et elle diminue des fois comme en 12.11.2010 une valeur de conductivité de 1000 ce qui s'explique par une diminution dans les ions

2.2. Oued Bouroumi

2.2.1. La température pour la station de bouroumi les températures n'ont pas été prélevés durant notre période d'étude

2.2.2. Le pH : la seule valeur du ph mesuré le 11.02.2013 est de 8.3.

2.2.3. La conductivité : la conductivité mesurée le 11.02.2013 est de 980

2.3. Confluence Oued Djer-Oued Bouroumi : station Attatba

1.3.1. La température

Les températures de l'eau non pas été relevées durant notre période d'étude

2.3.2. Le pH

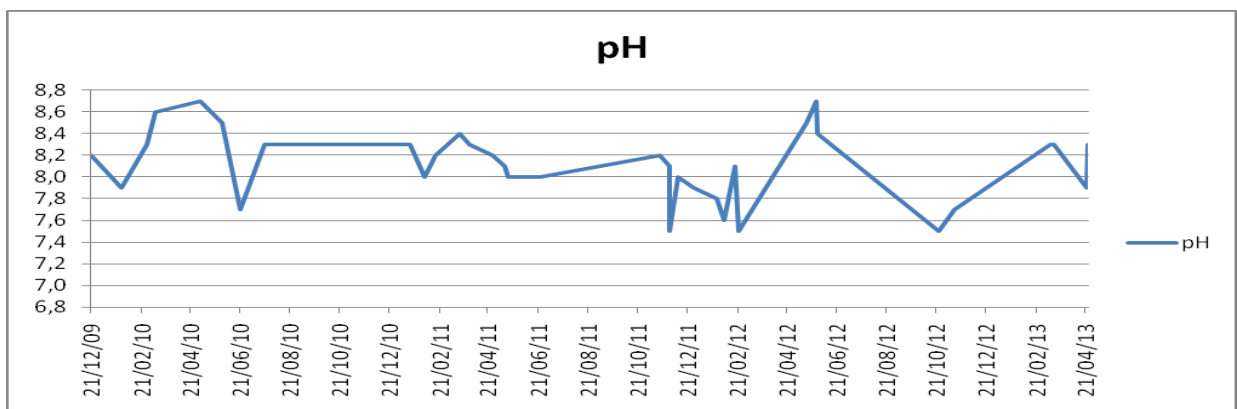


Fig.6 : Evolution temporelle du pH à la station Attatba

Evolution temporelle du pH à la station attatba periode entre 21/12/2009 et 21/04/2013, Il y'a le Ph en fonction du temps, le niveau de Ph est varier entre 7.4 et 8.6

On remarque que la Ce est perturbée monte est descend dans tous les prélèvements analysée entre le 21/12/2009 et 21/04/2013,

2.3.3. La conductivité

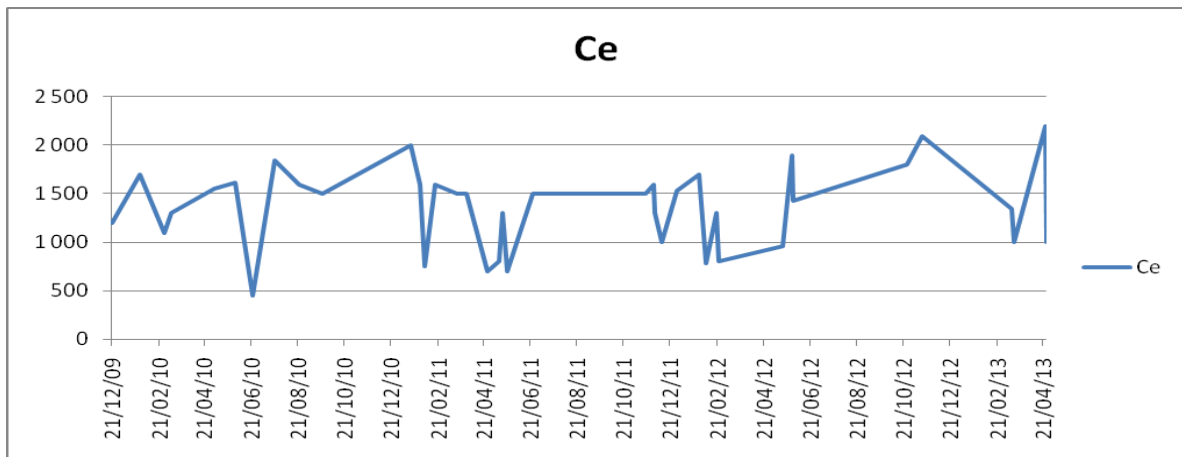


Fig. 7: Evolution temporelle de la conductivité à la station Attatba

Evolution temporelle de la conductivité à la station el affroun periode entre 21/12/2009 et 21/04/2013,

Il y'a le Ce en fonction du temps le niveau de Ce est varier entre (500 & 2200)

On remarque que le taux de Ce est perturbé monte est descend dans tous les prélèvements analysée entre le 21/12/2009 et 21/04/2013

2.4. Oued Chiffa :

1.4.1. La température

pour la station de oued Chiffa les températures de l'eau non pas été relever durant notre période d'étude

2.4.2. Le pH

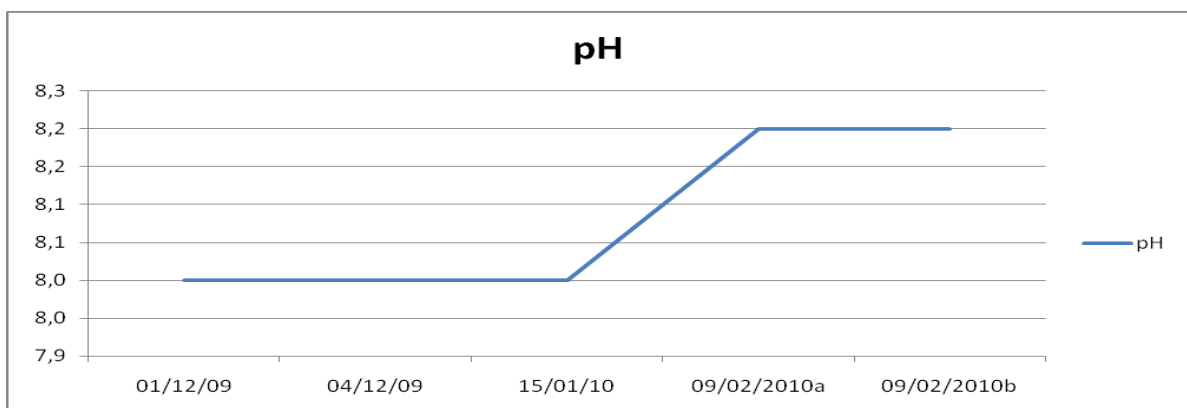


Fig. 8 : Evolution temporelle du pH à la station Amont des gorges

le graphe ci-dessus montre l'évolution temporelle du pH à la station de Amont des gorges pour la période allant de 01.01.2009 jusqu'au 09.02.2010 , suivant cette évolution on

remarque que le pH est de 8 pour une période allant de 01.12.2009 Jusqu'au 15.01.2010 , après le pH augment de 8 jusqu'au 8,2sur toute la période allant de 15.01.10 jusqu'au 09.02.2010 puis il se stabilise , le pH est basique donc l'eau elle est de type alcaline

2.4.3. La conductivité

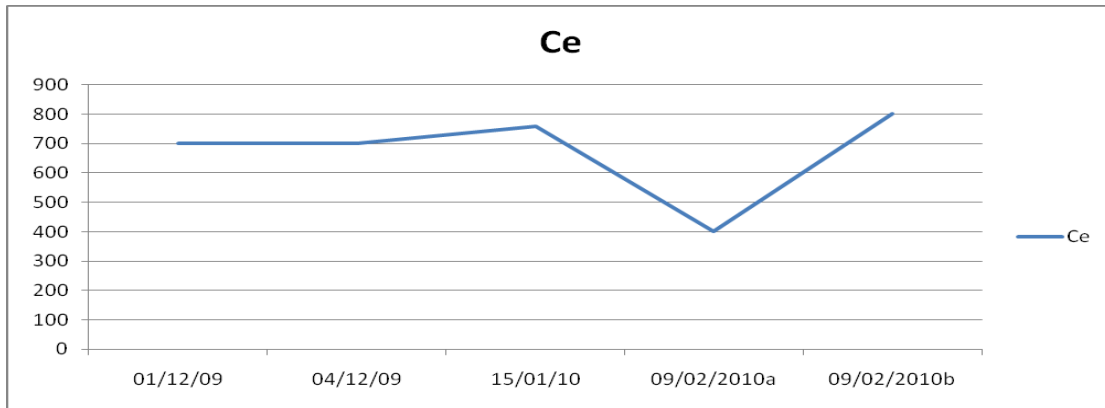


Fig.9 : Evolution temporelle de la conductivité à la station Amont des gorges

Le graphe ci-dessus représente la variation de la conductivité à la station d'Amont des gorges pour la période allant de 01.12.2009 jusqu'à 09.02.2010

On remarque que la conductivité des eaux est stable sur la période de 01.12.2009 jusqu'au 15.01.2010 pour une valeur de 700 ce qui s'explique par une augmentation dans les ions, et elle diminue ensuite en 09.02.2010 d'une valeur de conductivité de 500 ce qui s'explique par une diminution dans les ions ensuite elle augmente a une valeur de 800 sur la période de 09/02/2010

2.5. Oued Mazafran : Embouchure (station Fer A Cheval)

2.5.1. La température : pour la station de Mazafran les températures de l'eau non pas été relever durant notre période d'étude

2.5.2. Le pH

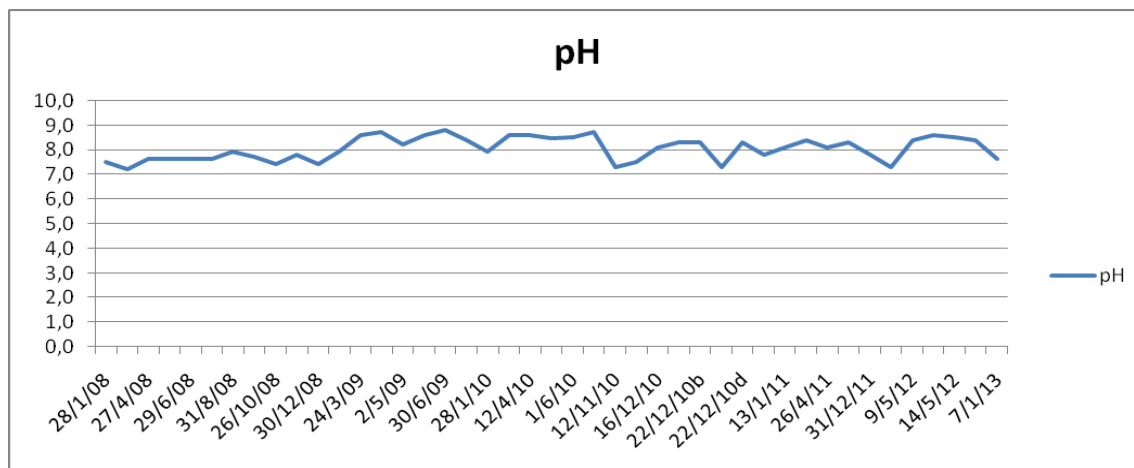


Fig.10 : Evolution temporelle du pH à la station Fer à cheval

le graphe ci-dessus montre l'évolution temporelle du pH à la station Fer à cheval pour la période allant de 28.01.2008 jusqu'au 07.01.2013, suivant cette évolution on remarque que le pH varie entre 7 comme valeur minimal et 9 comme valeur maximale, c'est une évolution temporelle presque constante, le pH est basique donc l'eau elle est de type alcaline

2.5.3. La conductivité

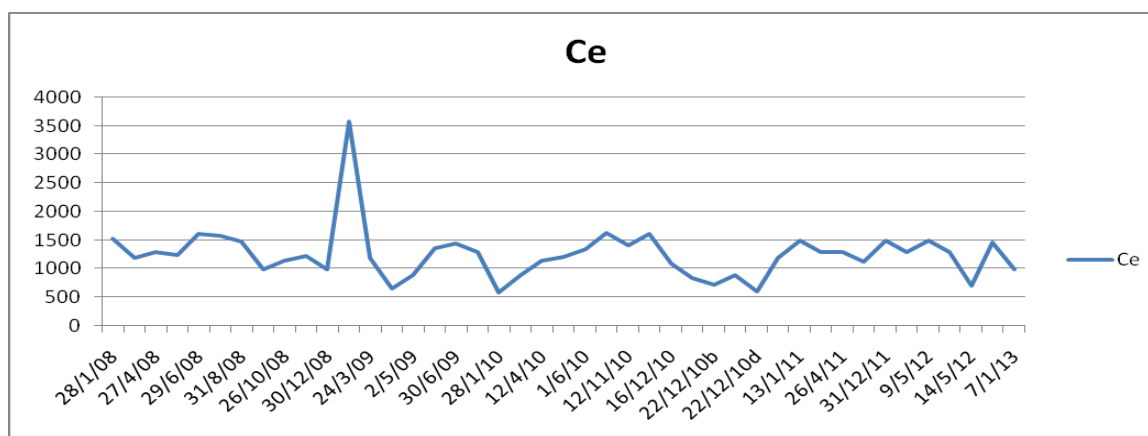


Fig. 11: Evolution temporelle de la conductivité à la station Fer à Cheval

Le graphe ci-dessus représente la variation de la conductivité à la station de Fer à cheval pour la période allant de 28.1.2008 jusqu'à 07.01.2013

On remarque que la conductivité des eaux est variable ce qui est un signe d'une augmentation des apports de substances dissoutes provenant du bassin versant, on remarque aussi qu'il y'a un pic dans la conductivité pour la période 24.03.2009 ce qui s'explique par une augmentation dans les ions

3. Les éléments chimiques majeurs

3.1. Oued Djer

3.1.1. Les cations

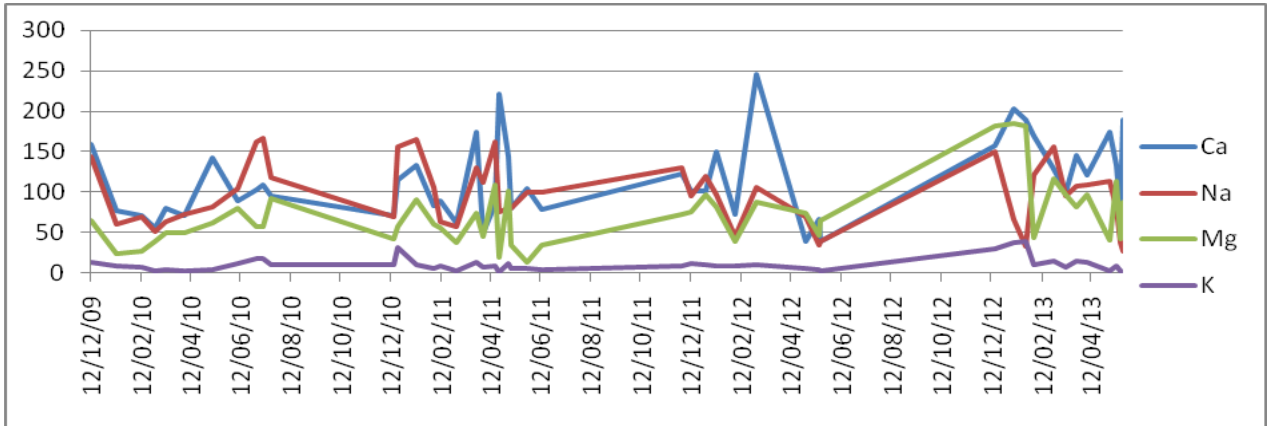


Fig.12 : Evolution temporelle des cations à la station Boumedfaa

La figure ci-dessus montre l'évolution temporelle des cations à la station de Boumedfaa depuis la période 12.12.2009 jusqu'au 12.04.2013 , on remarque que la quantité des cations est très variable , le Ca^{2+} est plus abondant suivi du Na ensuite le Mg et du K avec des quantités très faibles cela influence sur la conductivité

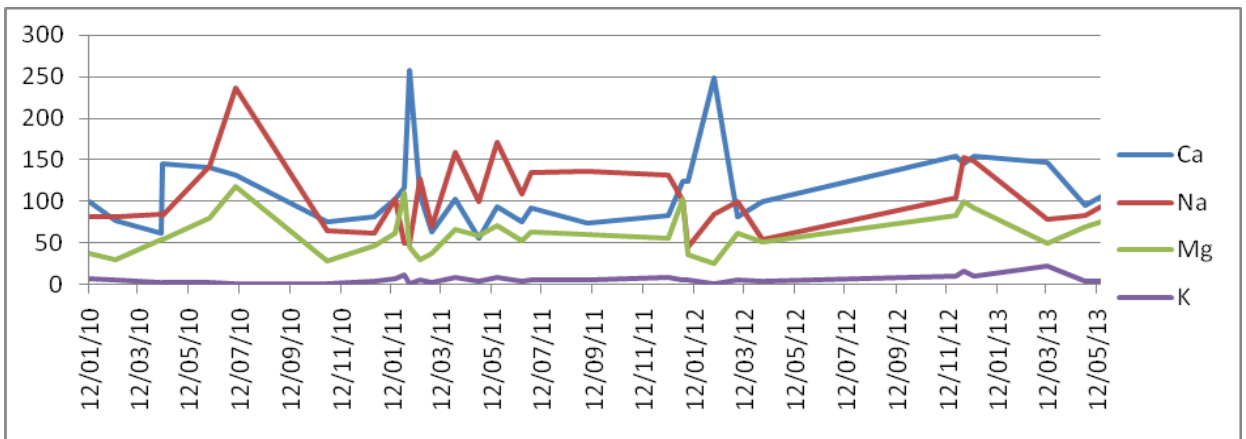


Fig.13 : Evolution temporelle des cations à la station El Affroun

La figure ci-dessus montre l'évolution temporelle des cations à la station de El Affroun depuis la période 12.01.2010 jusqu'au 12.05.2013 , on remarque que la quantité des cations est très variable , le Ca^{2+} est plus abondant suivi du Na ensuite le Mg et du K avec des quantités très faibles cela influence sur la conductivité

3.1.2. Les anions

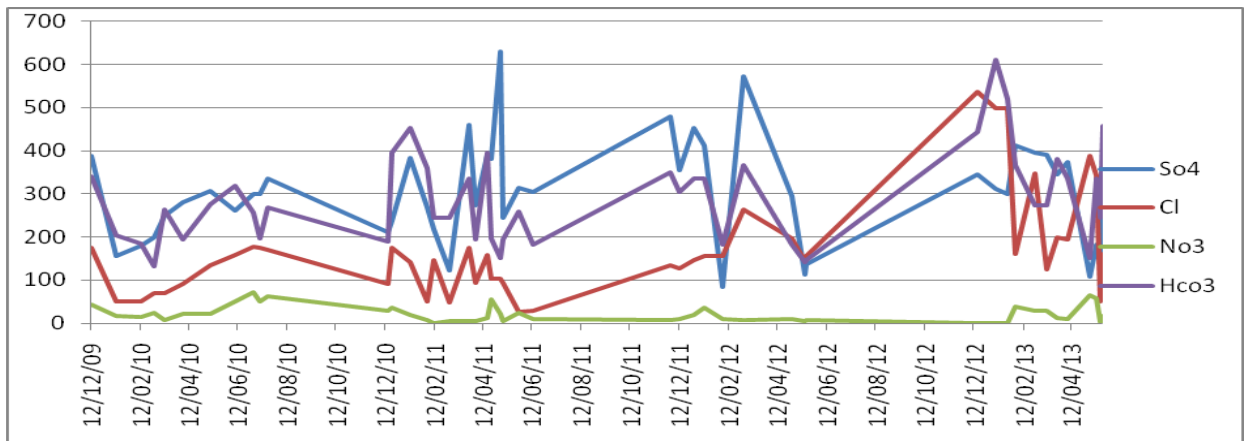


Fig .14: Evolution temporelle des anions à la station Boumedfaa

La figure ci-dessus montre l'évolution temporelle des anions à la station de Boumedfaa depuis la période 12.12.2009 jusqu'au 12.04.2013 , on remarque que la quantité des anions est très variable , le SO4 est plus abondant suivi du HCO3 ensuite le Cl et du NO3 avec des quantités très faibles cela influence sur la valeur de la conductivité

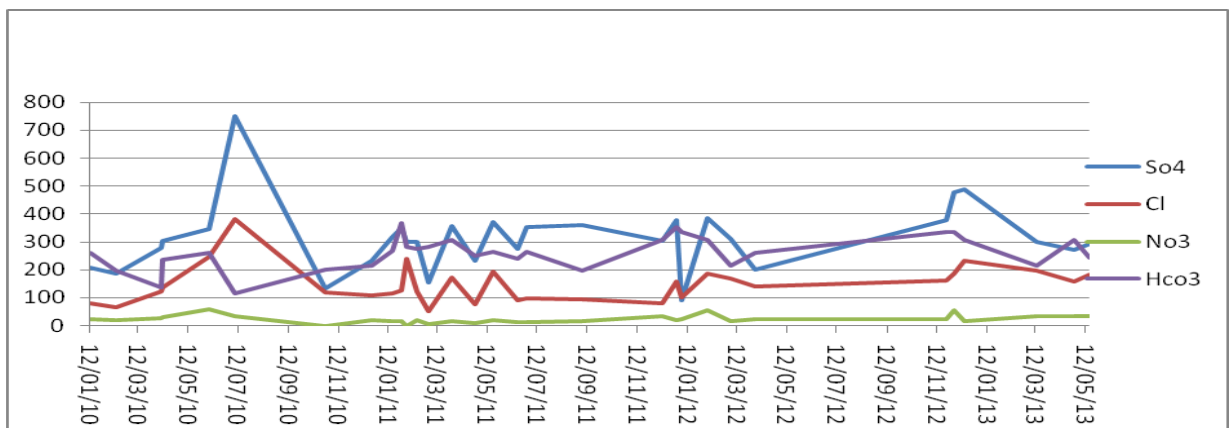


Fig. 15: Evolution temporelle des anions à la station El Affroun

La figure ci-dessus montre l'évolution temporelle des anions à la station de El Affroun depuis la période 12.01.2010 jusqu'au 12.05.2013 , on remarque que la quantité des anions est très variable , le SO4 est plus abondant suivi du HCO3 ensuite le Cl et du NO3 avec des quantités très faibles cela influence sur la valeur de la conductivité

3.2. Oued Bouroumi

Nous disposons d'un seul prélèvement, celui du 11/02/2013

3.2.1. Les cations

Ca (90,90 mg/l) ; Mg (44 mg/l) ; Na (35 mg/l) ; K (7 mg/l)

3.2.2. Les anions

SO₄ = (180mé/l), CO₃H = (214 mé/l); NO₃ (25 mé/l),Cl =(69 mé/l)

3.3. Confluence Oued Djer-Oued Bouroumi

3.3.1. Les cations

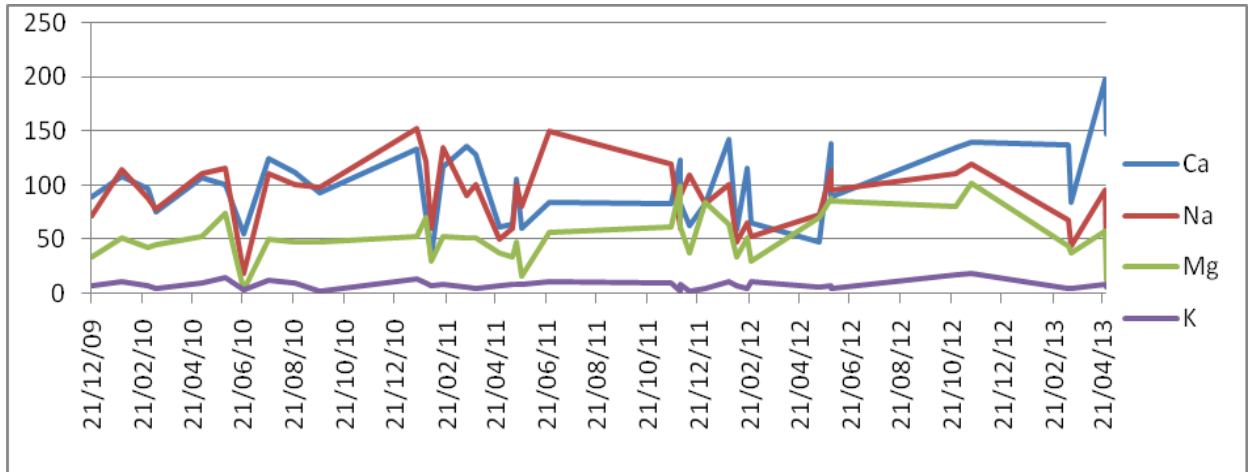


Fig. 16: Evolution temporelle des cations à la station Attatba

La figure ci-dessus montre l'évolution temporelle des cations à la station de Attatba depuis la période 21.12.2009 jusqu'au 12.04.2013 , on remarque que la quantité des cations est très variable , le Ca²⁺ est plus abondant suivi de Na ensuite le Mg et du K avec des quantités très faibles cela influence sur la conductivité

3.3.2. Les anions

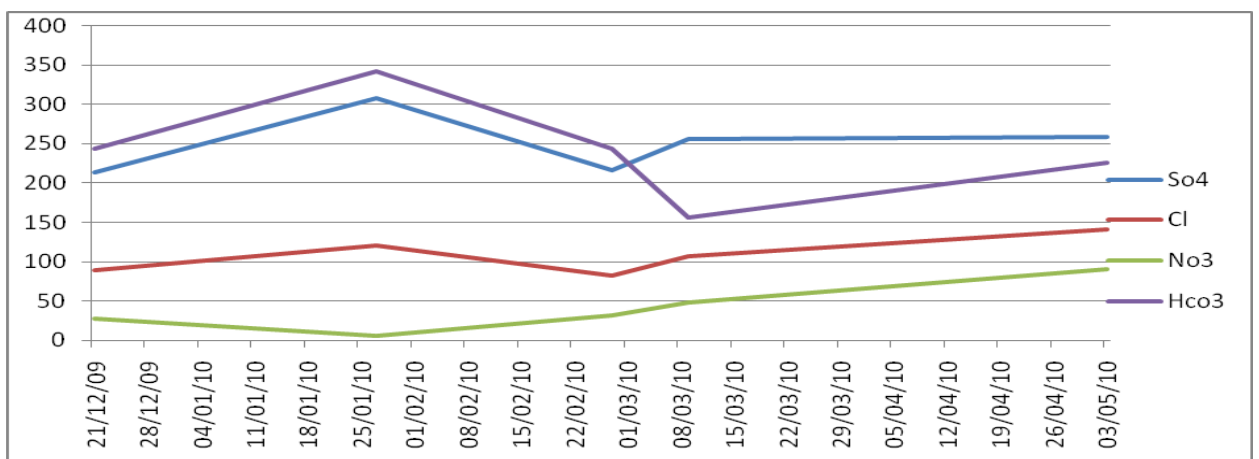


Fig. 17: Evolution temporelle des anions à la station El Affroun

La figure ci-dessus montre l'évolution temporelle des anions à la station de El Affroun depuis la période 12.01.2010 jusqu'au 12.05.2013 , on remarque que la quantité des anions

est tres variable , le HCO_3 est plus abondant suivi du SO_4 ensuite le Cl et du NO_3 avec des quantité tres faible cela influe sur la valeur de la conductivité ,

3.4. Oued Chiffa

3.4.1. Les cations

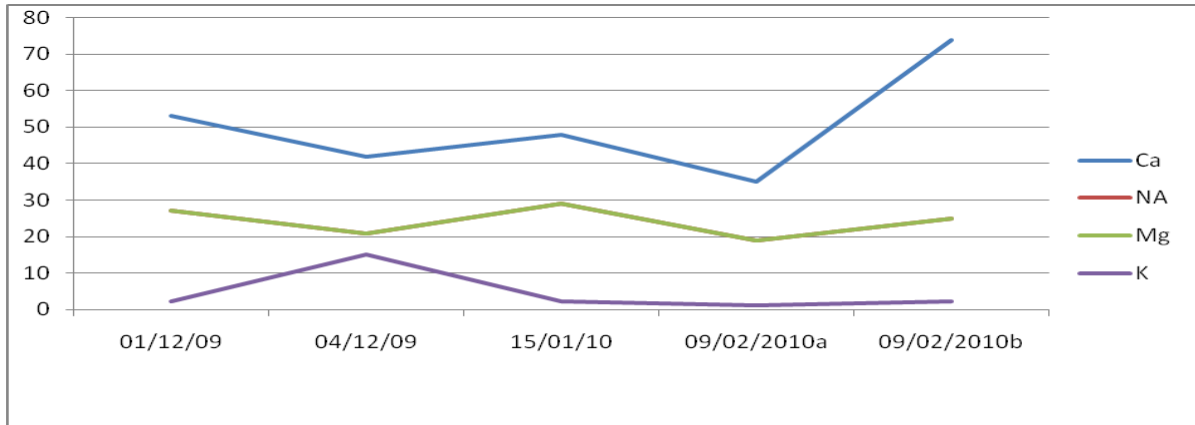


Fig. 18: Evolution temporelle des cations à la station Amont des Gorges

La figure suivante montre la variation des cation a la station des Amont des Gorges le Ca est le plus abondant il augmente des fois et il diminue ensuite le Mg avec des quantité qui varie avec le temps et ensuite le K est de quantité faible

3.4.2. Les anions

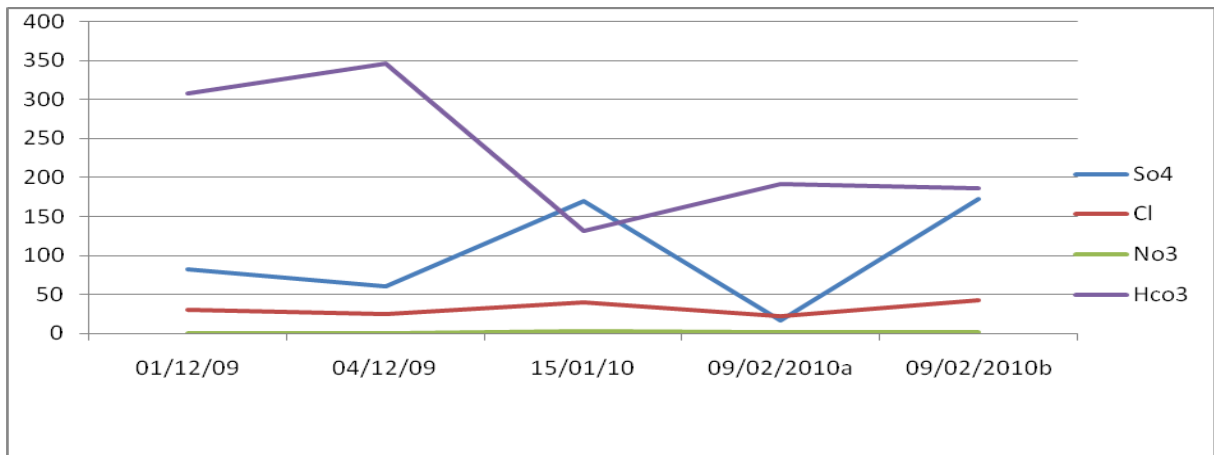


Fig.19 : Evolution temporelle des anions à la station Amont des Gorges

La figure suivante représente la variation des anions a la station des Gorge, on remarque que le HCO_3 se trouve avec une grande quantité il atteint une quantité de 400 en 1.12.2009 et diminue ensuite pour une valeur de 150 en 15.01.2010 , ensuite le SO_4 aussi varie avec le temps il atteint une grande quantité de 150 en 15.01.2010 , ensuite le Cl il est stable avec une quantité faible de 25 et on remarque que le NO_3 est introuvable

3.5. Oued Mazafran : Embouchure

3.5.1. Les cations

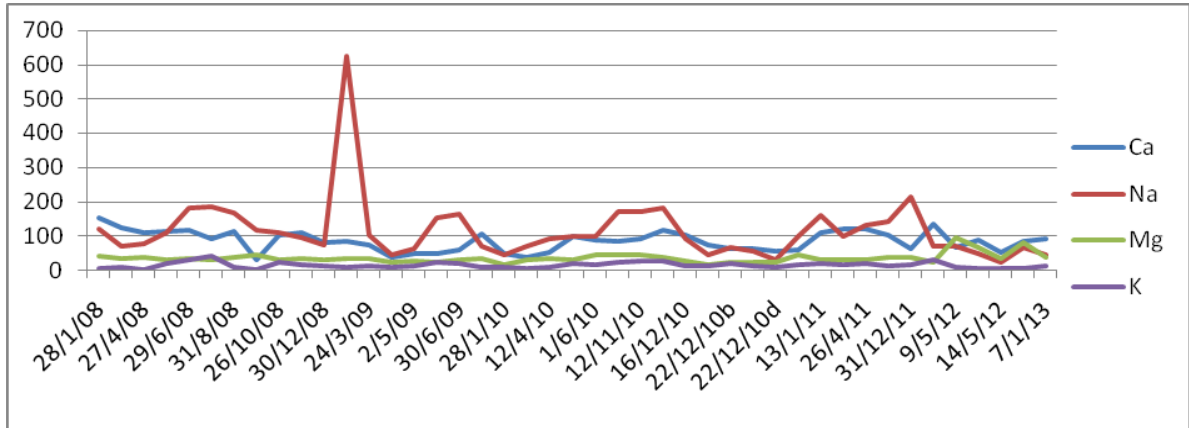


Fig. 20: Evolution temporelle des cations à la station Fer à Cheval

La figure ci-dessus représente la variation des cation a la station de Fer à CHEVAL la variation de ces cation est tres variable depuis 28/01/2008 jusqu'au 7/1/2013 , on remarque qu'il ya un pique dans le NA (620) dans la periode de 24/03/2009 .

3.5.2. Les anions

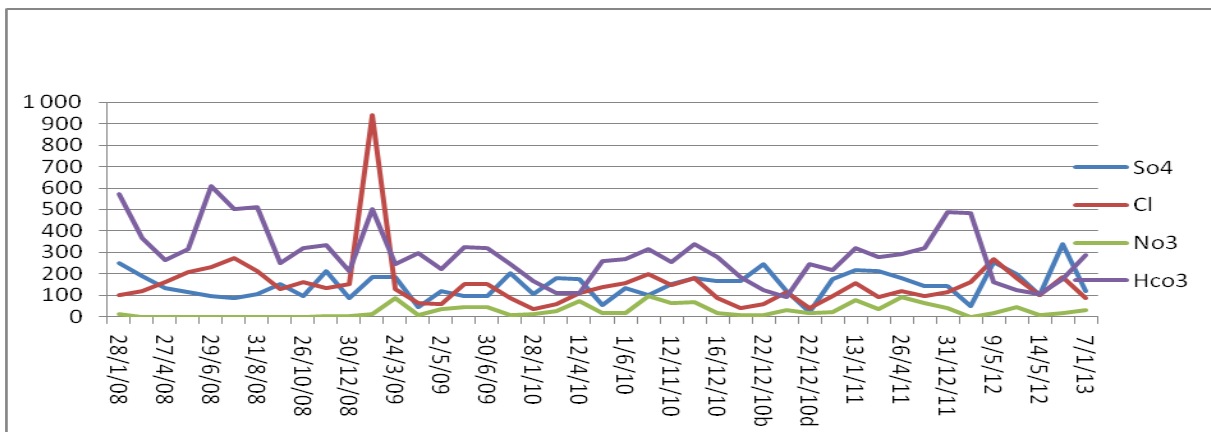


Fig.21 : Evolution temporelle des anions à la station Fer à Cheval

La figure ci-dessus représente l'évolution temporelle des anions a la station Fer a cheval c'est anions sont le SO4, CL, NO3 et HCO3 ils sont très variable en fonction du temps et on remarque que le HCO3 c'est le plus dominant,

4. Les facies chimiques
 4.1. Oued Djer

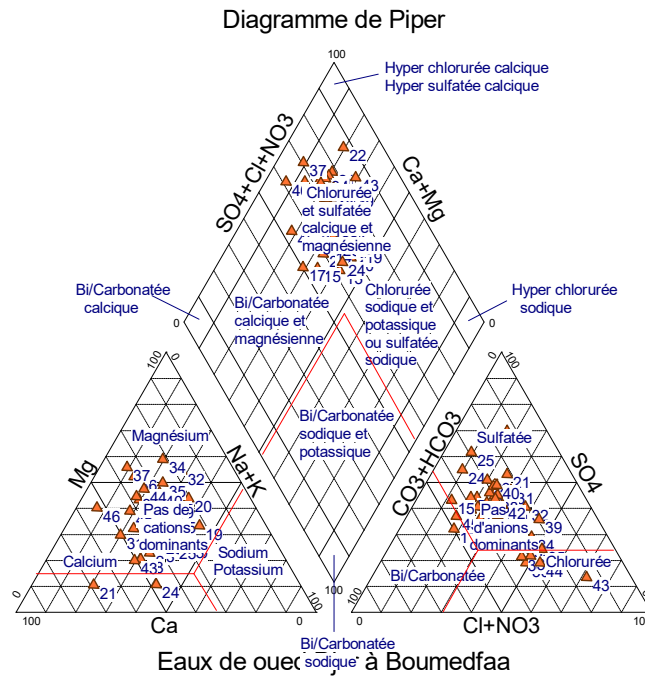


Fig22 : Diagramme de Piper : Boumedfaa

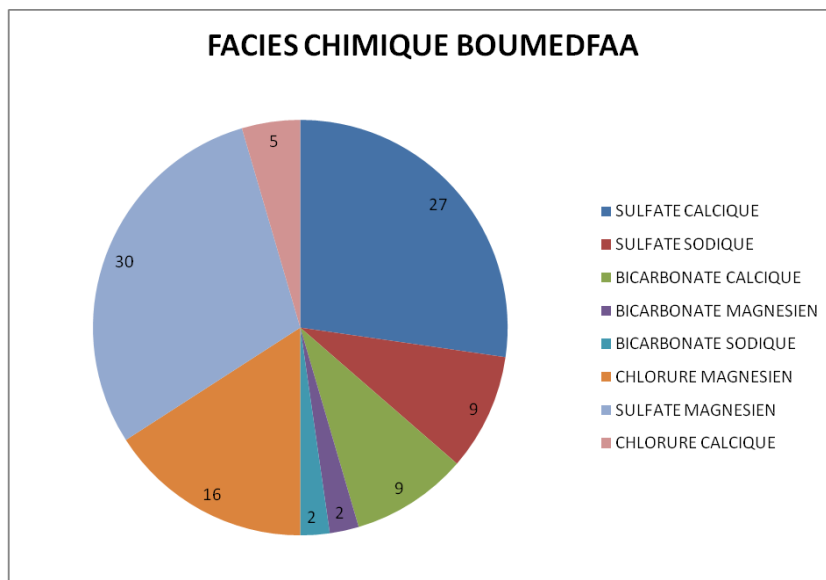


Fig.23 : Distribution des facies chimiques : Boumedfaa

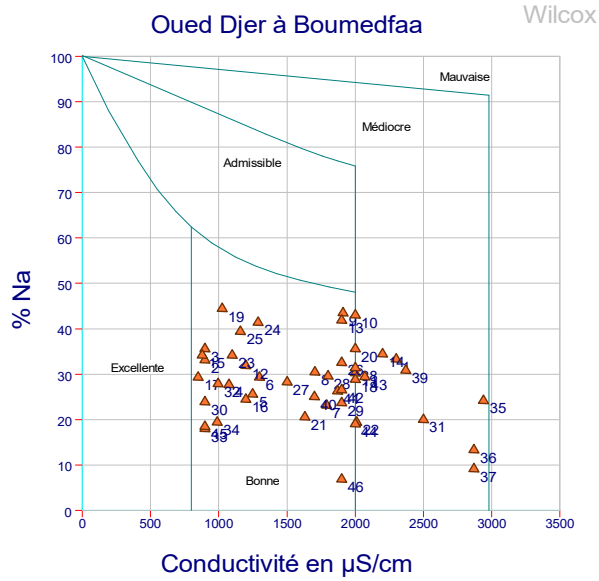


Fig.24 : Diagramme de Wilcox : Boumedfaa

La figure ci-dessus montre le diagramme de Riverside (Ce)
 La conductivité varie entre 800 et 2000 µs/cm
 Alor la classe d’aptitude à l’irrigation pour les eaux (selon leur salinité) est: bonne

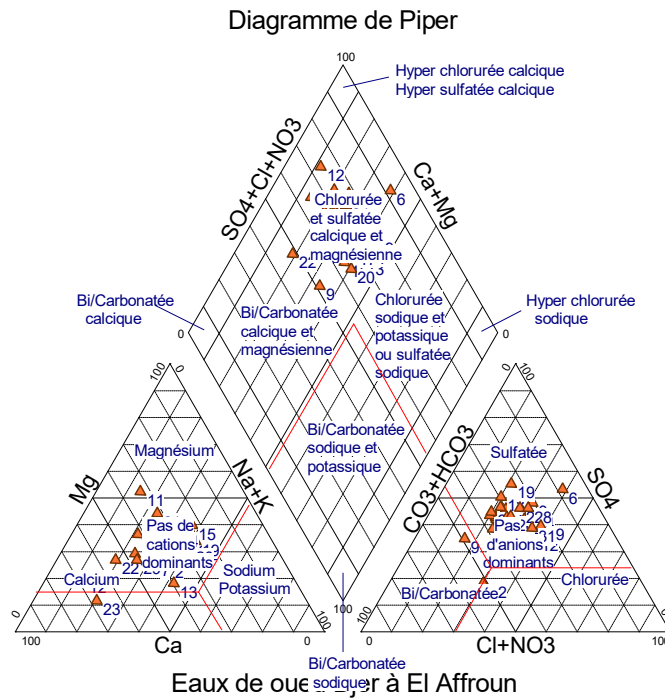


Fig.25 : Diagramme de Piper : El Affroun

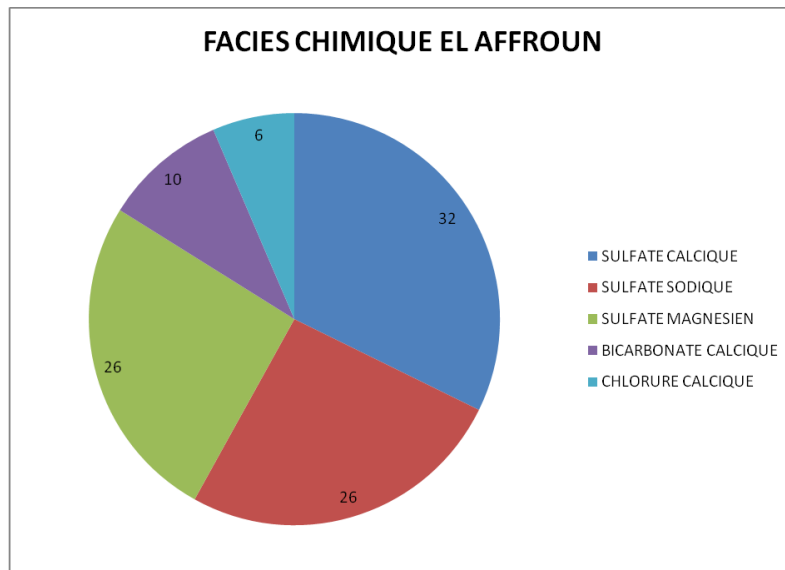


Fig 26: Distribution des facies chimiques : El Affroun

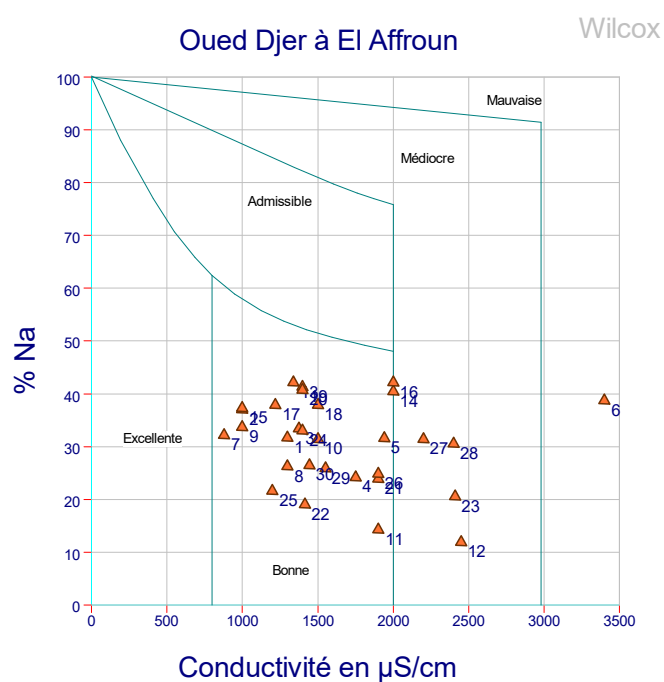


Fig 27 : Diagramme de Wilcox : El Affroun

La figure ci-dessus montre le diagramme de Riverside (Ce)

La conductivité est varié entre 800 et 3000

Alor la classe d'aptitude à l'irrigation pour les eaux (selon leur salinité) est:, admissible,

4.2. Oued Bouroumi

La conductivité est de 980µs/cm (DDP le 11/02/2013)

Alor la classe d'aptitude à l'irrigation pour les eaux de bouroumi (selon leur salinité) est:
bonne

4.3. Confluence Oued Djer-Oued Bouroumi

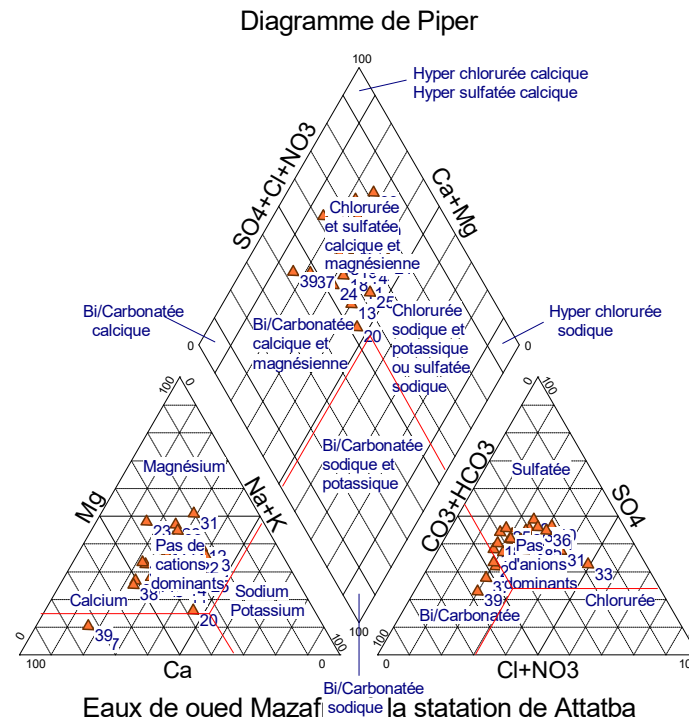


Fig 28: Diagramme de Piper : Attatba

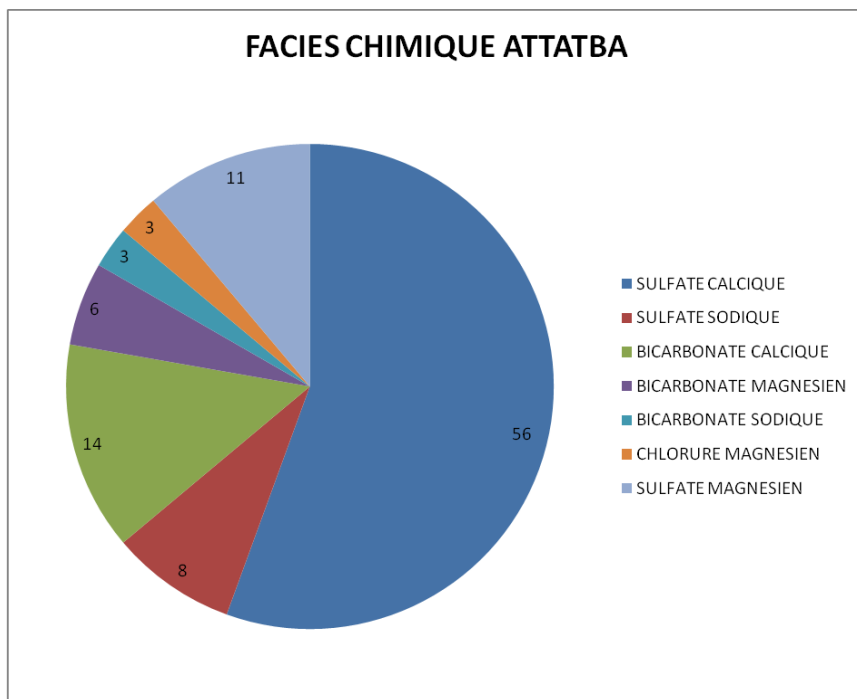


Fig.29: Distribution des facies chimiques : Attatba

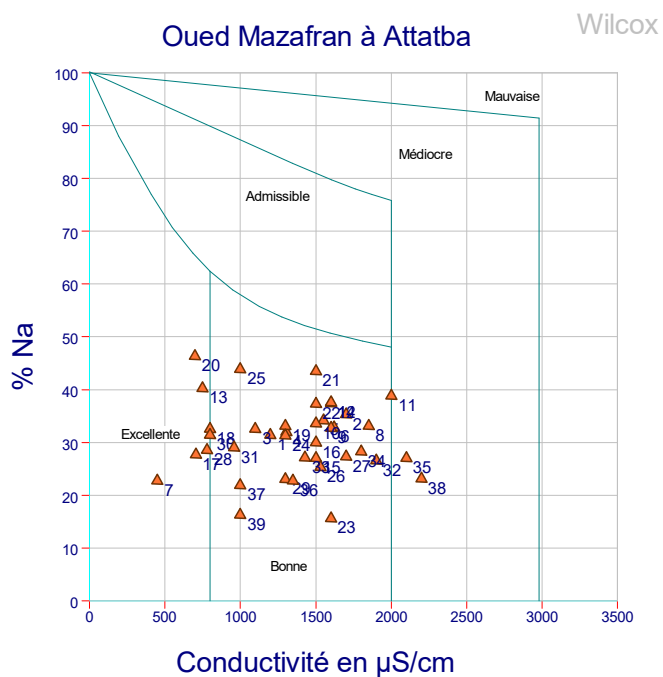


Fig 31: Diagramme de Wilcox : Attatba

La figure ci-dessus montre le diagramme de Riverside (Ce)

La conductivité est varié entre 800 et 2000

Alor la classe d'aptitude à l'irrigation pour les eaux (selon leur salinité) est: bonne,

4.4. Oued Chiffa

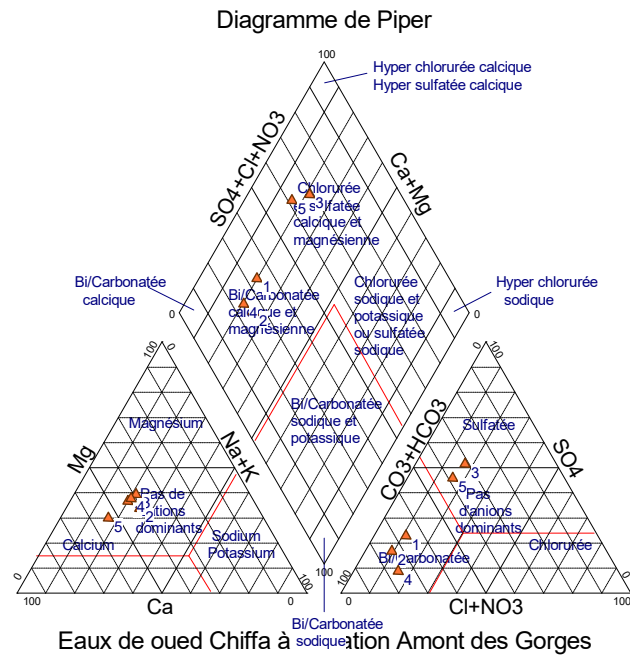


Fig 32: Diagramme de Piper : Amont des Gorges

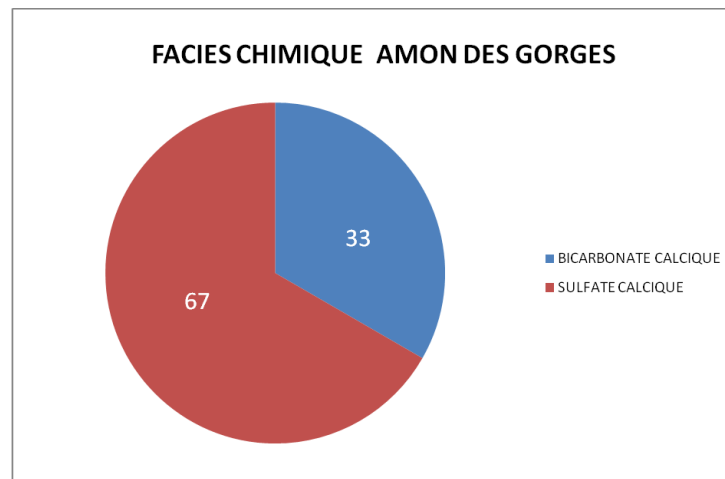


Fig 33: Distribution des facies chimiques : Amont des Gorges

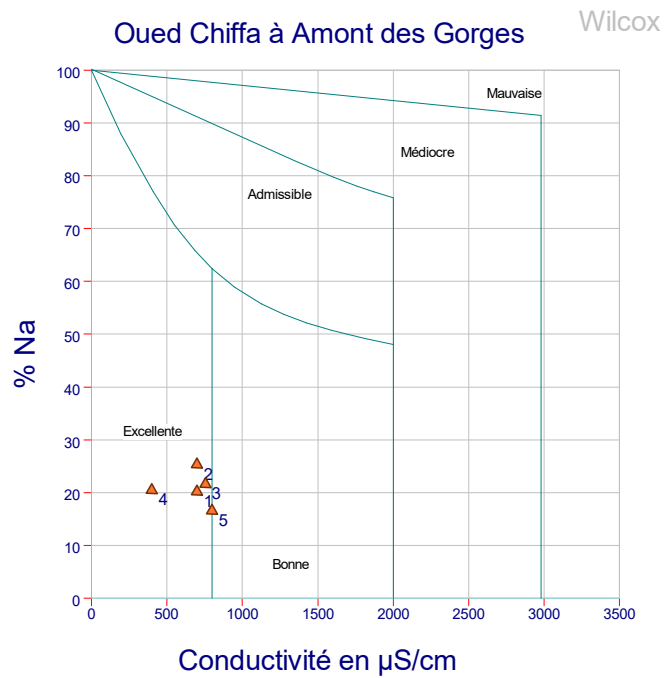


Fig 34: Diagramme de Wilcox : Amont des Gorges

La figure ci-dessus montre le diagramme de Riverside (Ce amont des gorges)

La conductivité est variée entre 0 et $800\mu\text{S/cm}$

Alor la classe d'aptitude à l'irrigation pour les eaux (selon leur salinité) est: excellente

4.5. Oued Mazafran: Embouchure

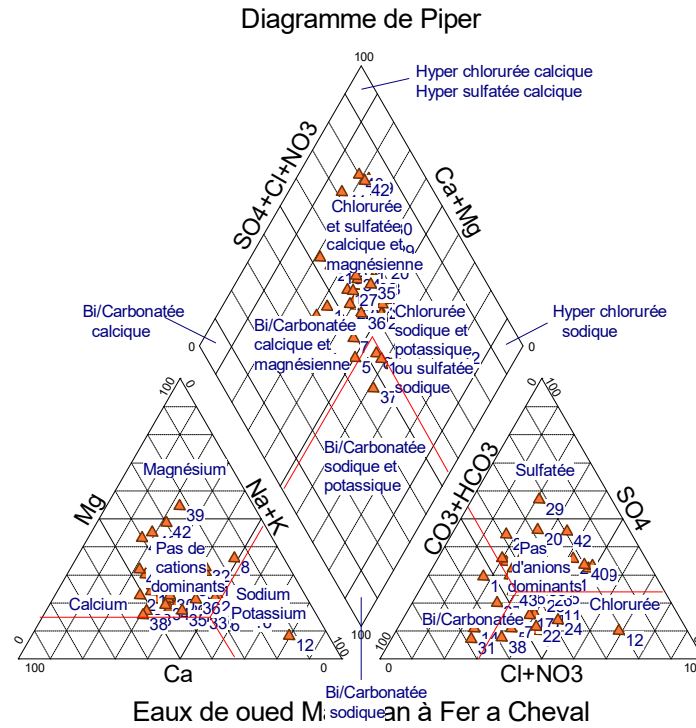


Fig 35: Diagramme de Piper : Fer à Cheval

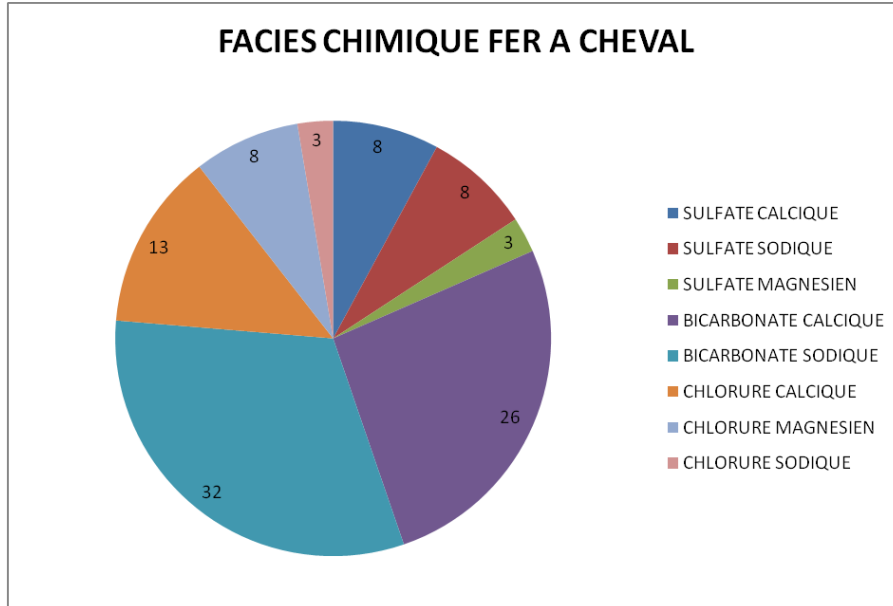


Fig36 : Distribution des facies chimiques : Fer à Cheval

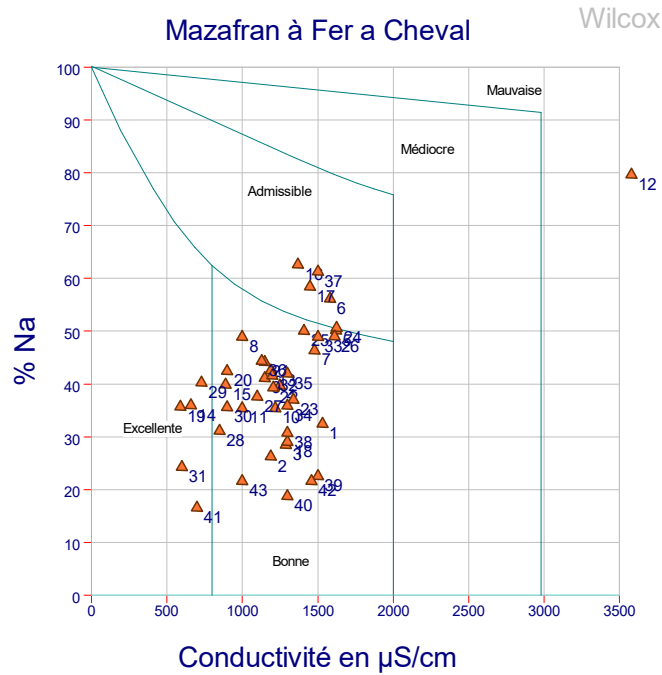


Fig 37: Diagramme de Wilcox : Fer à Cheval

La figure ci-dessus montre le diagramme de Riverside (Ce)

La conductivité est varié entre 0 et $800\mu\text{S}/\text{cm}$

Alor la classe d'aptitude à l'irrigation pour les eaux (selon leur salinité) est: bonne,

5. Conclusion

D'après les diagrammes qu'on a vue pour la conductivité les eaux de l'oued mazafran est bonne pour l'irrigation (selon leur salinité) car le Ce est variée entre 800 et $2000\mu\text{S}/\text{cm}$ dans la plupart des échantillons prélevés dans la période étudiée

il y'a une diversité à propos des faciès chimiques d'une station à l'autre par exemple au station de amont des gorges les sulfates calciques sont les dominants avec 67% mais pour les échantillons prélevés au niveau de fer à cheval les bicarbonates sodiques qui dominent les faciès chimiques par 32%

Chapitre IV : Acquisition de la minéralisation des eaux

1. Relations binaires entre éléments majeurs

1.1. Oued Djer/ stations Boumedfaa et El Affroun

1.1.1. Ca vs HCO₃

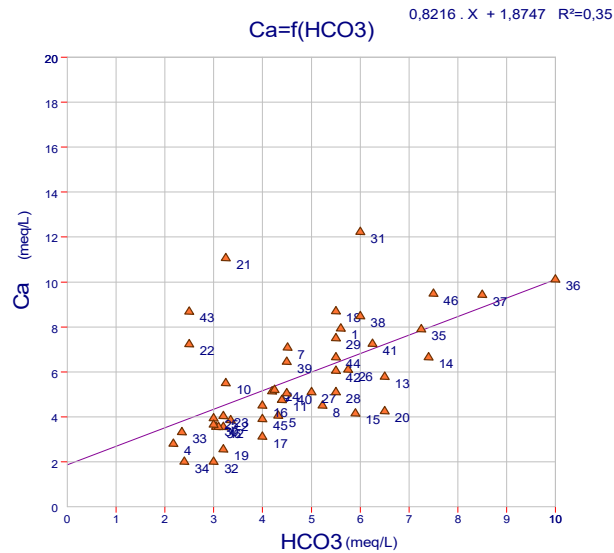


Fig.38 : Diagramme binaire Ca/HCO₃ (Boumedfaa)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Ca vs HCO₃

L'équation de la droite $y=0.8216 \cdot x + 1.8747$

Le coefficient de corrélation $R^2=0.35$

Les deux éléments sont corrélés chimiquement entre eux car ils sont proches les uns au autres

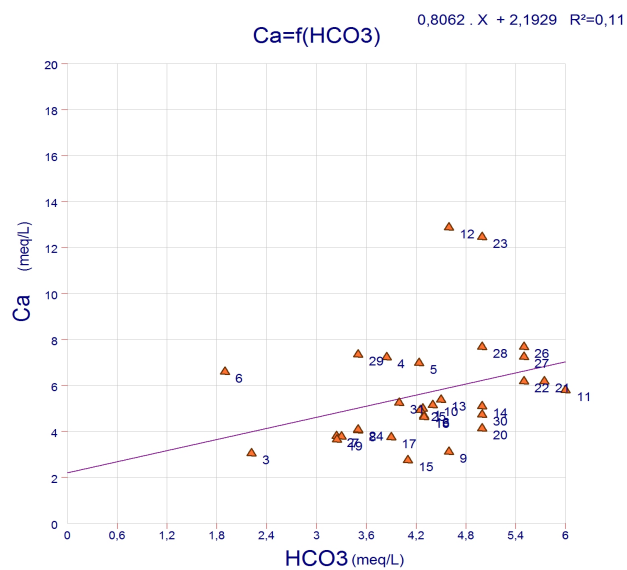


Fig 39: Diagramme binaire Ca/ HCO3 (EL AFFROUN)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Ca vs HCO3

L'équation de la droite $y=0.8062 * x + 2.1929$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.11$

Les deux éléments sont corrélés chimiquement entre eux car ils sont proches l'un de l'autre

1.1.2. Ca vs Mg

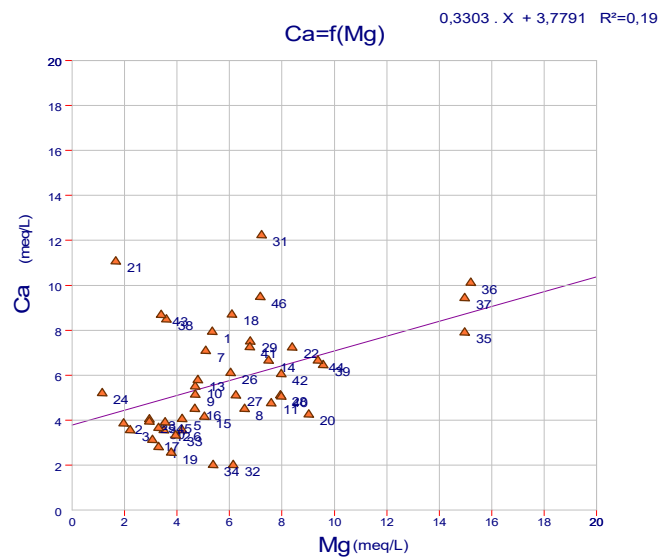


Fig40 : Diagramme binaire Ca/Mg (Boumedfaa)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Ca vs Mg

L'équation de la droite $y=0.3303 * x + 3.7791$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.19$

Les deux éléments sont bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont très proches

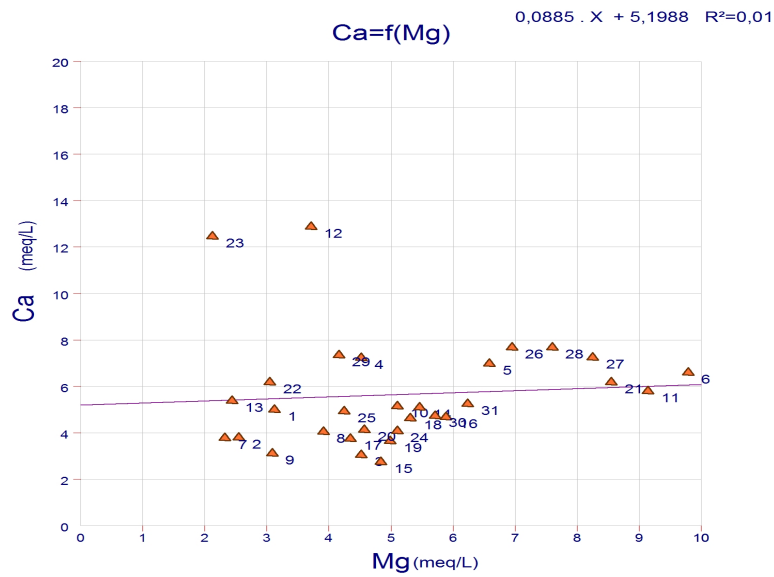


Fig. 41: Diagramme binaire Ca/Mg (EL AFFROUN)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Ca vs Mg

L'équation de la droite $y=0.0885*x+ 5.1988$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.01$

Les deux éléments sont bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont très proches

1.1.3. Na vs Ca

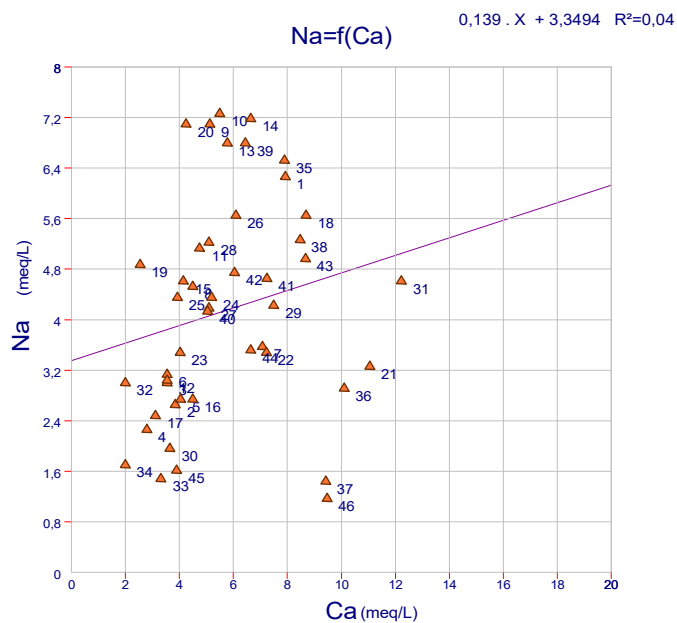


Fig. 42: Diagramme binaire Na/Ca (Boumedfaa)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Na vs Ca

L'équation de la droite $y= 0.139 *x +3.3494$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.04$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

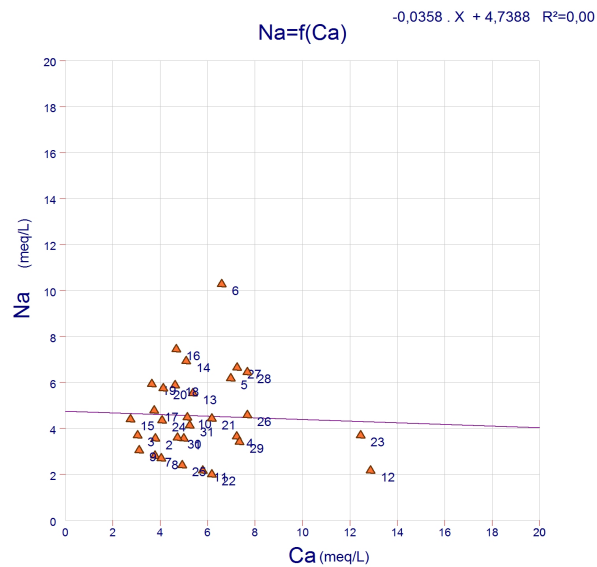


Fig. 43: Diagramme binaire Na/Ca (EL AFFROUN)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Na vs Ca

L'équation de la droite $y=-0.0358 * x + 4.7388$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.00$

Les deux éléments sont bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont très proches

1.1.4. Cl vs Na

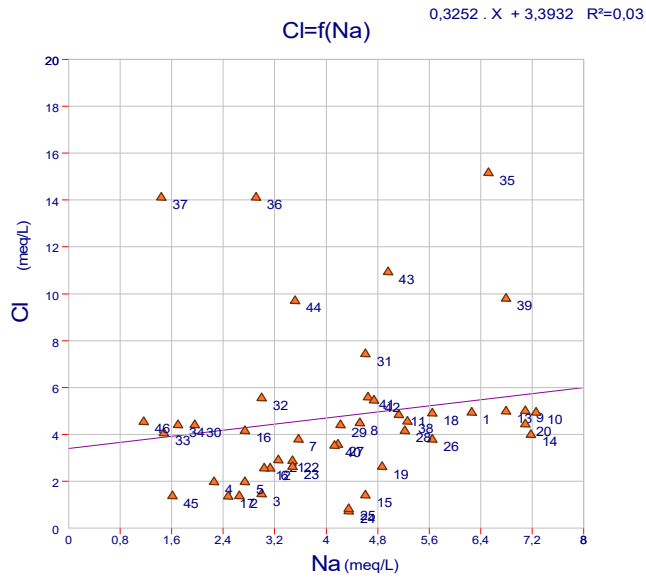


Fig. 44: Diagramme binaire Na/Cl (Boumedfaa)

1.1.5. La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Cl vs Na
L'équation de la droite $y=0.3252 * x + 3.3932$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.03$

Les deux éléments ne sont pas bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont éloignés

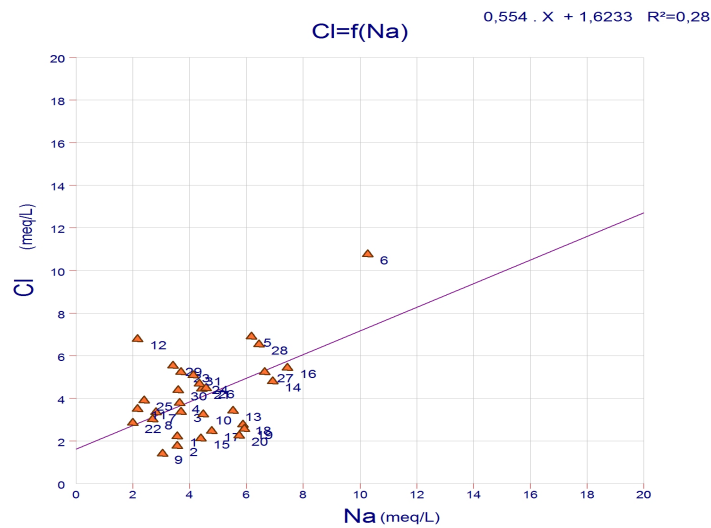


Fig. 45: Diagramme binaire Na/Cl (EL AFFROUN)

1.1.6. La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Cl vs Na
L'équation de la droite $y=0.554*x +1.6233$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.28$

Les deux éléments sont bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont très proches

1.1.5. SO4 vs. NO3

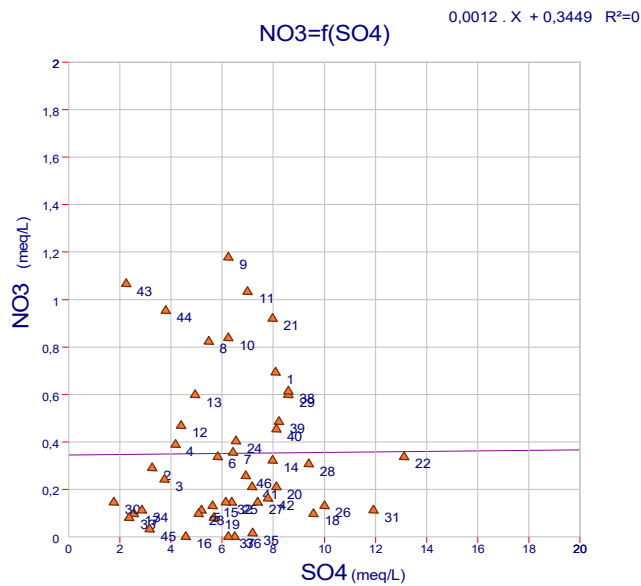


Fig 46: Diagramme binaire SO4/NO3 (Boumedfaa)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple SO4 vs. NO3

L'équation de la droite $y = 0,0012 * x + 0,3449$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0$

Les deux éléments sont bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont très proches

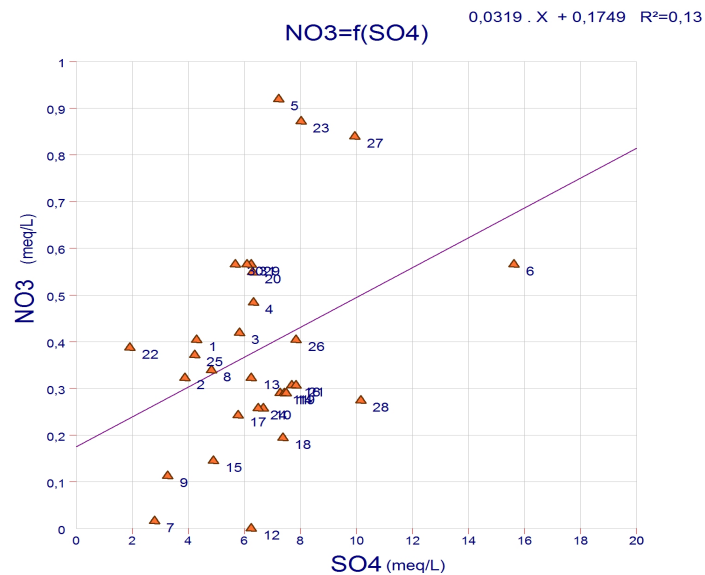


Fig47: Diagramme binaire SO4/NO3 (EL AFFROUN)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple SO4 vs. NO3

L'équation de la droite $y = 0,319 * x + 0,1749$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0,13$

Les deux éléments sont corrélés chimiquement entre eux car ils sont très proches

1.1.7. Cl vs NO3

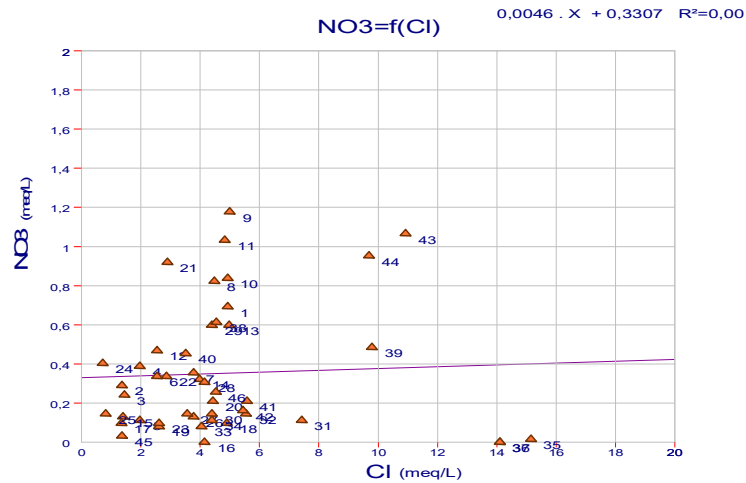


Fig. 48: Diagramme binaire CL/NO3 (BOUMEDFAA)

1.1.8. La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Cl vs NO3
L'équation de la droite $y = 0.0046 \cdot x + 0.3307$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.00$

Les deux éléments sont bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont très proches

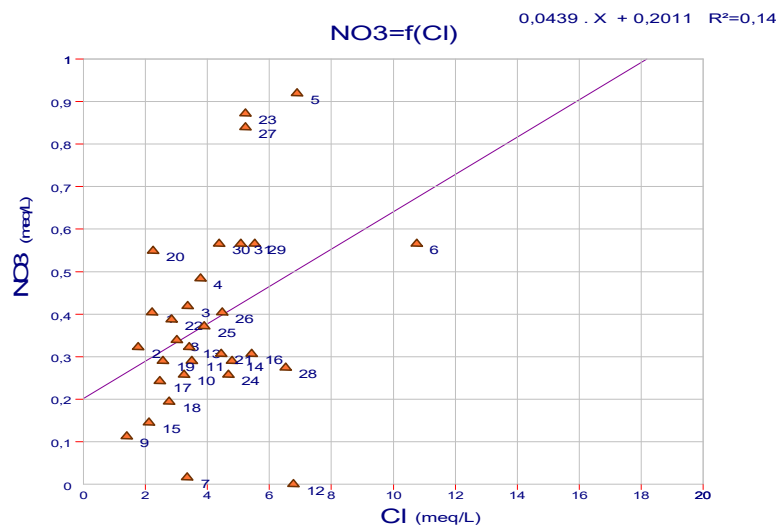


Fig.49: Diagramme binaire CL/NO3 (EL AFFROUN)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Cl vs NO3

L'équation de la droite $y = 0.0439 * x + 0.2011$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.14$

Les deux éléments sont bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont très proches

1.1.7. Na + K vs NO3

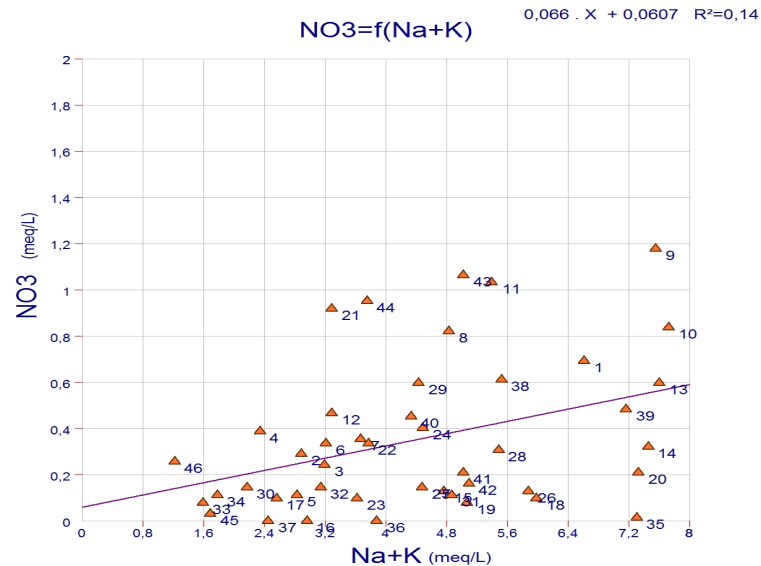


Fig.50: Diagramme binaire Na+K/NO3 (BOUMEDFAA)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Na + K vs NO3

L'équation de la droite $y = 0.066 * x + 0.0607$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.14$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

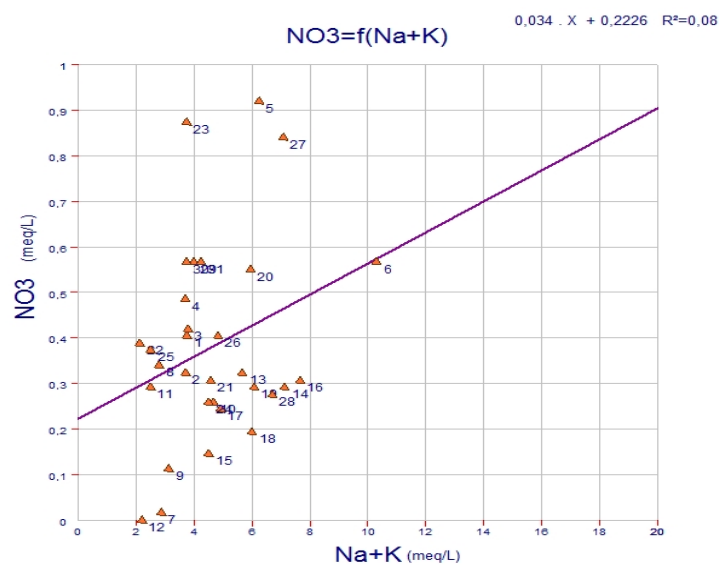


Fig. 51: Diagramme binaire Na+K/NO3 (EL AFFROUN)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Na + K vs NO3

L'équation de la droite $y = 0.034 * x + 0.2226$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.08$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.2. Oued Bouroumi:

Une seule analyse des eaux au niveau de la station de Bouroumi ne nous permet pas de réaliser des diagrammes binaires.

1.3. Confluence Oued Djer-Oued Bouroumi: Attatba

1.3.1. Ca vs HCO3

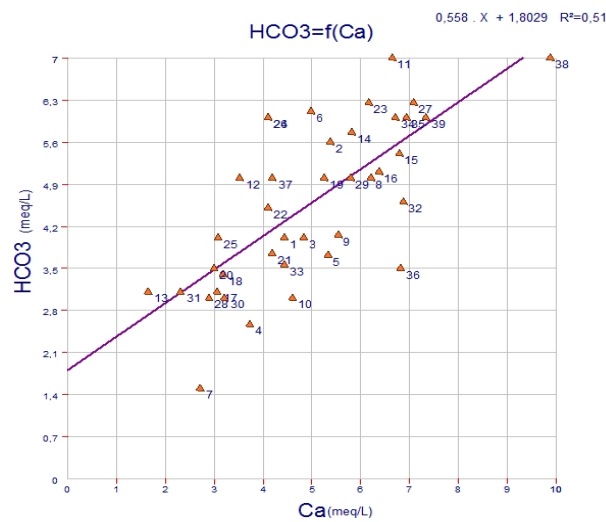


Fig.52: Diagramme binaire Ca/HCO3 (ATTATBA)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Ca vs HCO3

L'équation de la droite $y = 0.558 * x + 1.8029$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.51$

Les deux éléments ne sont pas bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont éloignés

1.3.2. Mg vs Ca

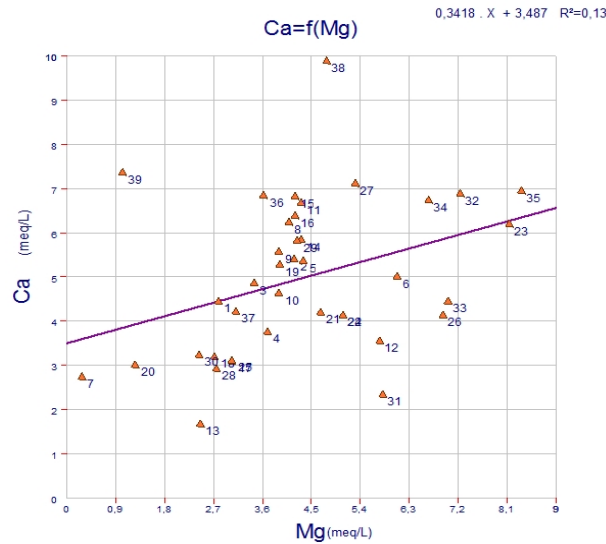


Fig.53: Diagramme binaire Mg/Ca (ATTATBA)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Mg vs Ca

L'équation de la droite $y = 0.3418 * x + 3.487$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.13$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.3.3. Na vs Ca

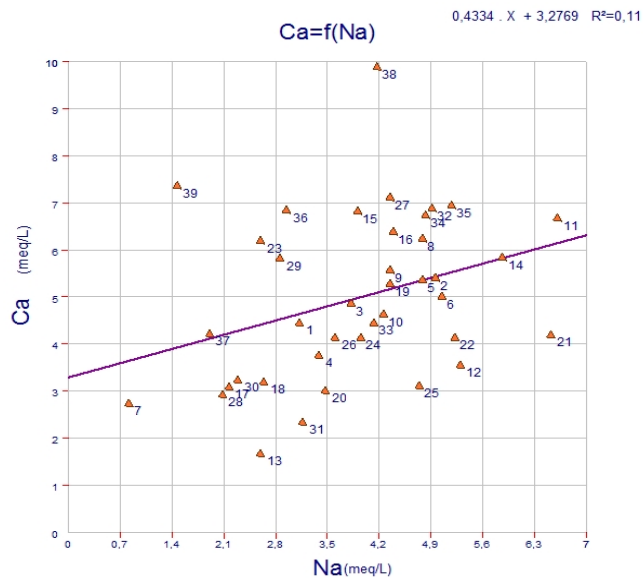


Fig.54: Diagramme binaire Na/Ca (ATTATBA)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Na vs Ca

L'équation de la droite $y = 0.4334 * x + 3.2769$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.11$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.3.4. Cl vs Na

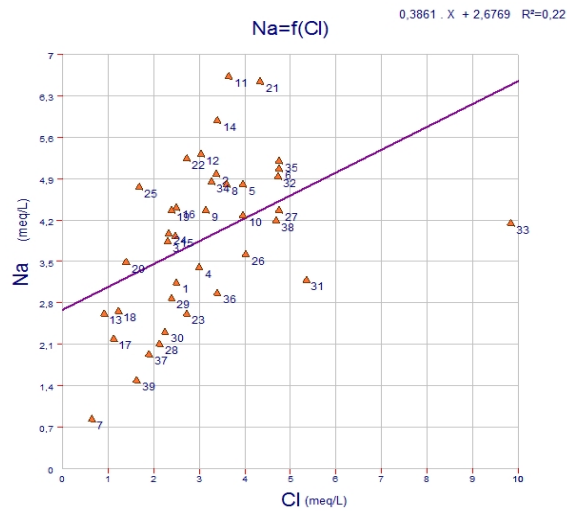


Fig.55: Diagramme binaire Cl/Na (ATTATBA)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Cl vs Na

L'équation de la droite $y= 0.3861 * x + 2.6769$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.22$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.3.5. SO4 vs NO3

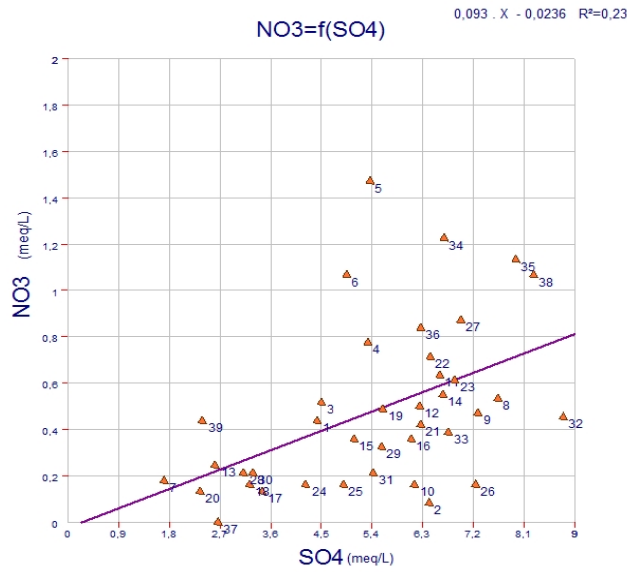


Fig.56: Diagramme binaire SO4/NO3 (ATTATBA)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple SO4 vs NO3

L'équation de la droite $y=0.093 *x + 0.0236$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.23$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.3.6. Cl vs NO3

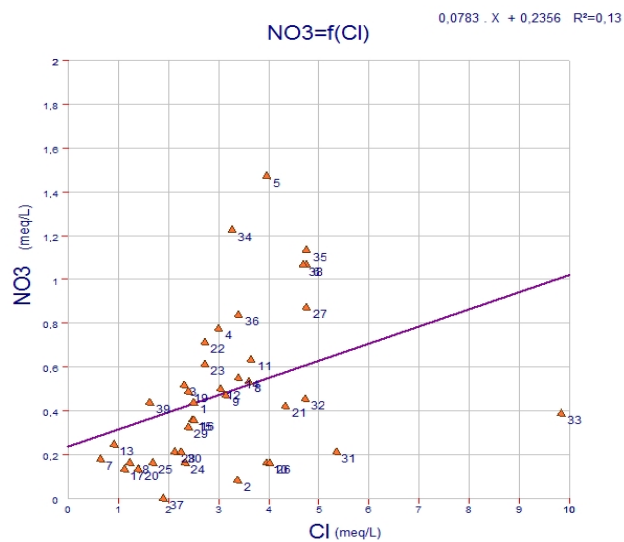


Fig.57: Diagramme binaire CL/NO3 (ATTATBA)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Cl vs NO3

L'équation de la droite $y= 0.0783 * x + 0.2356$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.13$

Les deux éléments sont corrélés chimiquement entre eux car ils sont proches

1.3.7. NA + K vs NO3

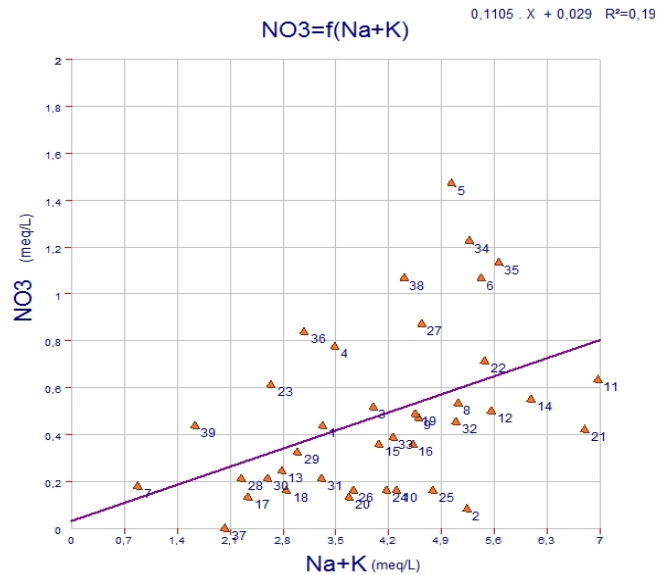


Fig.58: Diagramme binaire Na+K /NO3 (ATTATBA)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple NA + K vs NO3

L'équation de la droite $y=0.1105 * x +0.029$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.19$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloigné

1.4. Oued Chiffa: Gorges

1.4.1. Ca vs HCO3

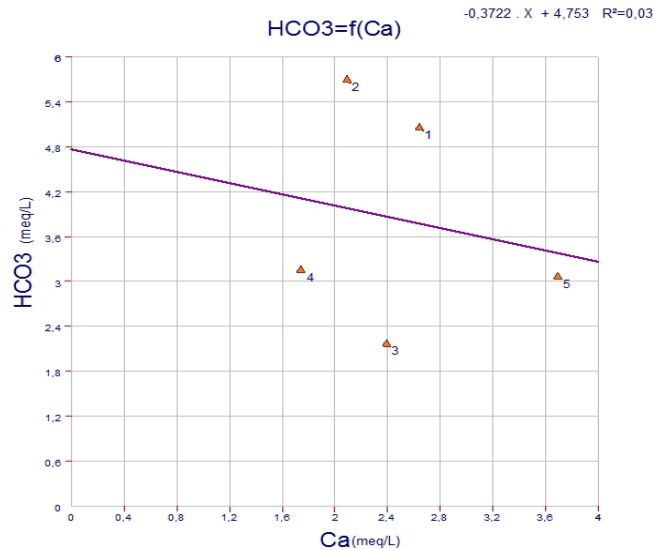


Fig.59: Diagramme binaire Ca/HCO3 (AMONT DES GORGES)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Ca vs HCO3

L'équation de la droite $y = -0.3722 \cdot x + 4.753$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.03$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.4.2. Mg vs Ca

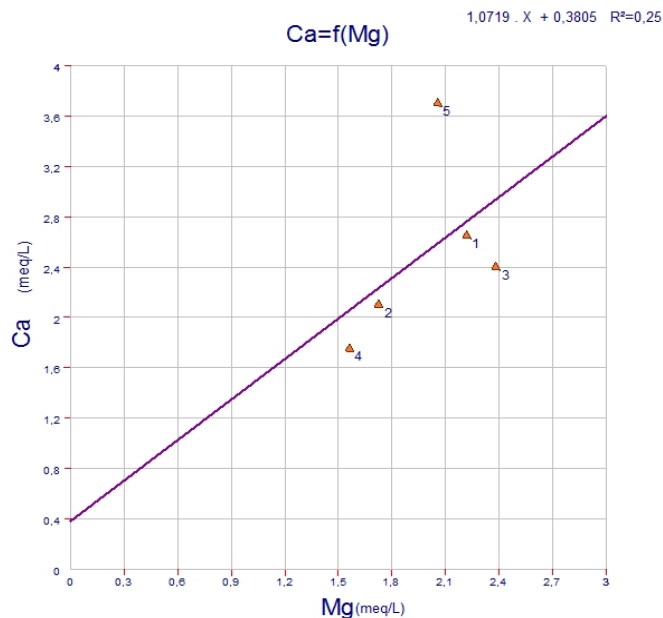


Fig.60: Diagramme binaire Mg/Ca (AMONT DES GORGES)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Mg vs Ca

L'équation de la droite $y = 1.097 \cdot x + 0.3805$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.25$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.4.3. Na vs Ca

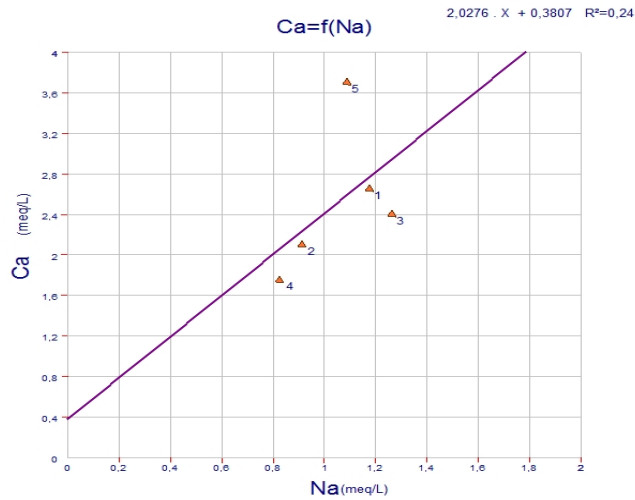


Fig.61: Diagramme binaire Na/Ca (AMONT DES GORGES)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Na vs Ca

L'équation de la droite $y= 2.0276 \cdot x+ 0.3731$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.24$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.4.4. Cl vs Na

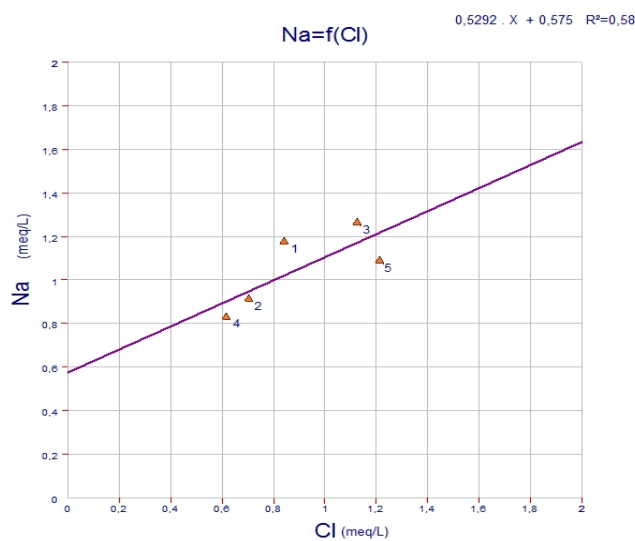


Fig.62: Diagramme binaire Cl/Na (AMONT DES GORGES)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Cl vs Na

L'équation de la droite $y=0.6292 * x + 0.575$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.58$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont éloignés

1.4.5. SO4 vs NO3

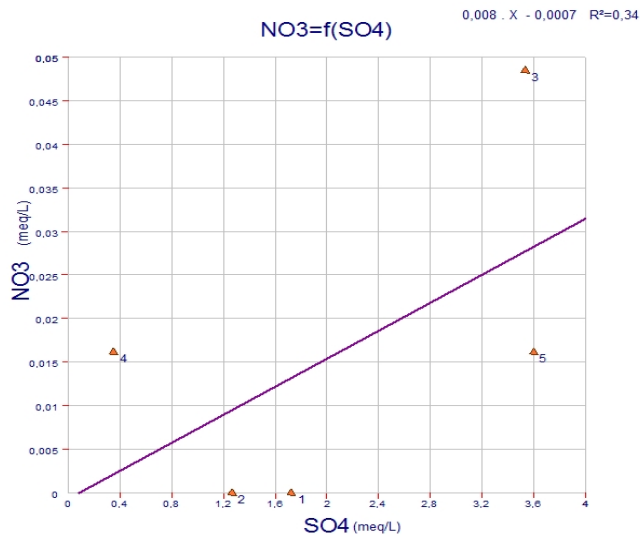


Fig.63: Diagramme binaire SO4/NO3 (AMONT DES GORGES)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple SO4 vs NO3

L'équation de la droite $y=0.008 * x + 0.0007$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.34$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.4.6. Cl vs NO3

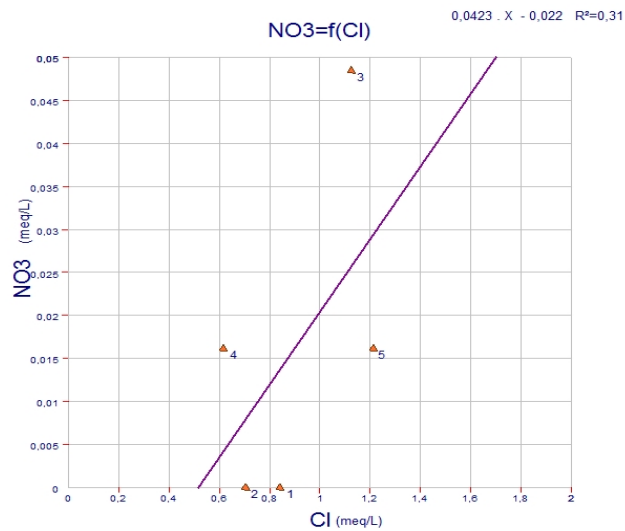


Fig.64: Diagramme binaire Cl/NO3 (AMONT DES GORGES)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Cl vs NO3

L'équation de la droite $y = 0.0423 * x + 0.022$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.31$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.4. 7. Na + K vs NO3

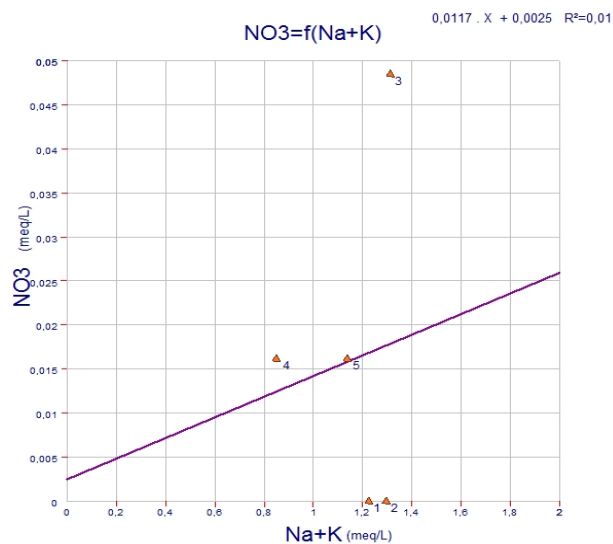


Fig.65: Diagramme binaire Na+k/NO3 (AMONT DES GORGES)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Na + K vs NO3

L'équation de la droite $y = 0.0117 * x + 0.0025$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.01$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloigné

1.5. Oued Mazafran : Fer à Cheval : Embouchure

1.5.1. Ca vs HCO₃

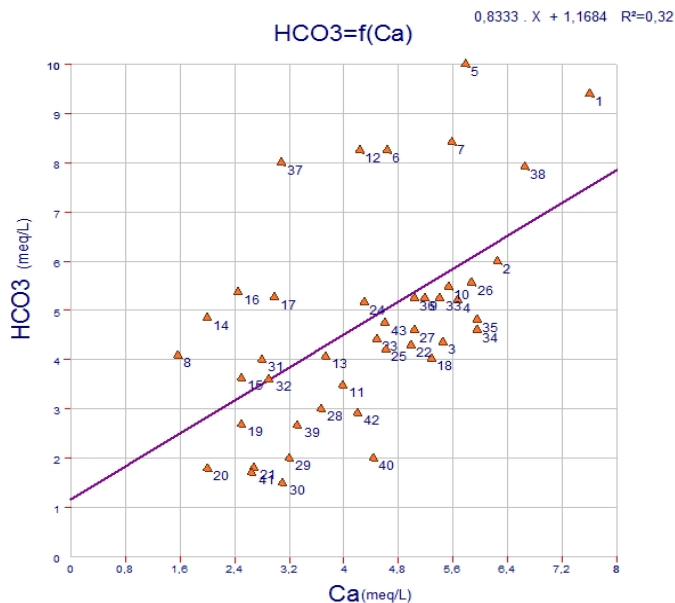


Figure 66; Relations binaires entre Ca & HCO₃ (Oued Mazafran)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Ca vs HCO₃

L'équation de la droite $y = 0.8333 \cdot x + 1.1684$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.32$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.5.2. Mg vs Ca

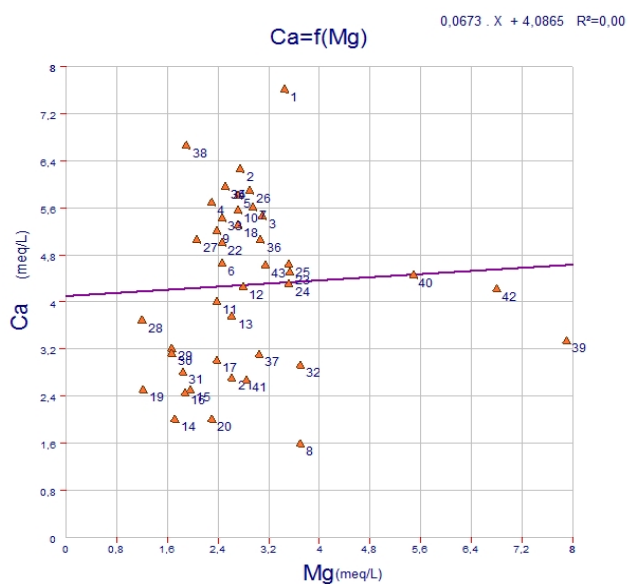


Figure 67; Relations binaires entre Mg & Ca (Oued Mazafran)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Mg vs Ca

L'équation de la droite $y = 0.0673 * x + 4.0865$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.00$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.5.3. Na vs Ca

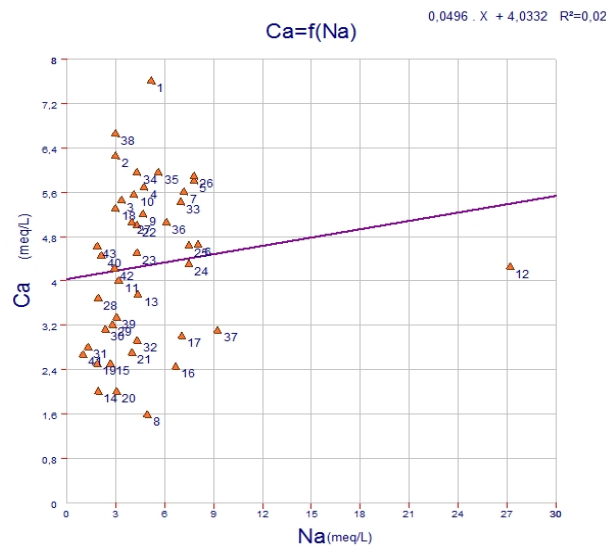


Figure 68; Relations binaires entre Na & Ca (Oued Mazafran)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Na vs Ca

L'équation de la droite $y = 0.0461 * x + 4.0332$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.02$

Les deux éléments sont bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont très proches

1.5.4. Cl vs Na

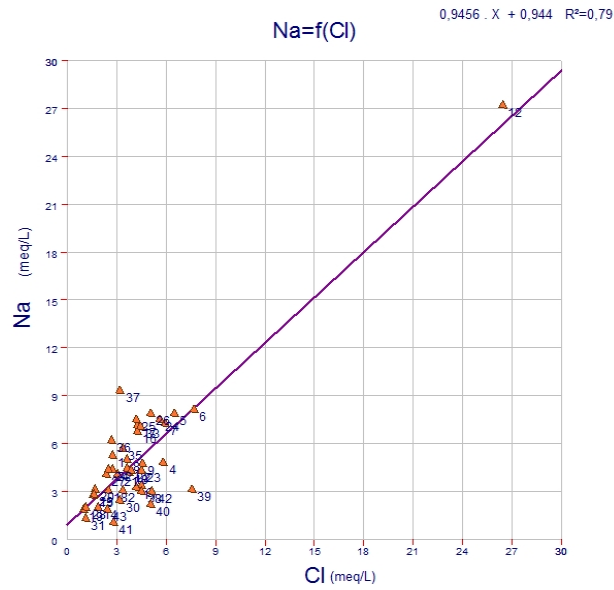


Figure69; Relations binaires entre Cl & Na (Oued Mazafran)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Cl vs Na

L'équation de la droite $y=0.9456 x +0.944$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.79$

Les deux éléments sont bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont très proches

1.5.5. SO4 vs NO3

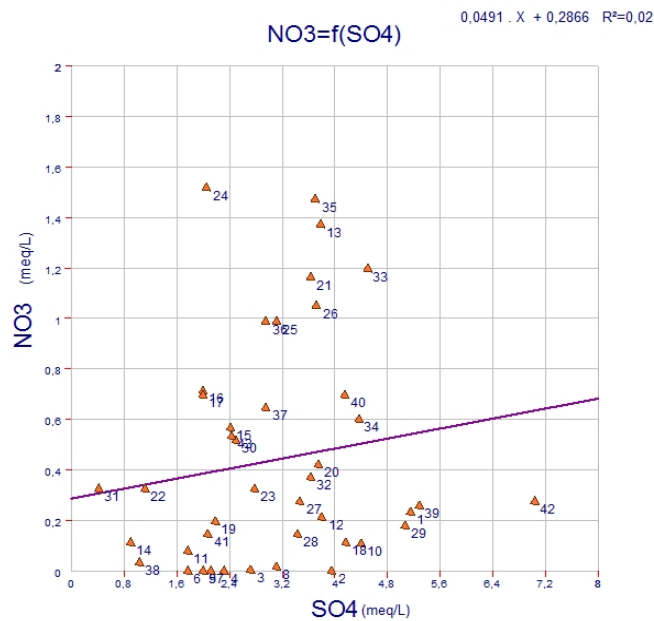


Figure 70; Relations binaires entre SO4 & NO3 (Oued Mazafran)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Cl vs Na

L'équation de la droite $y=0.0491 * x + 0.2866$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.02$

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

1.5.6. Cl vs NO3

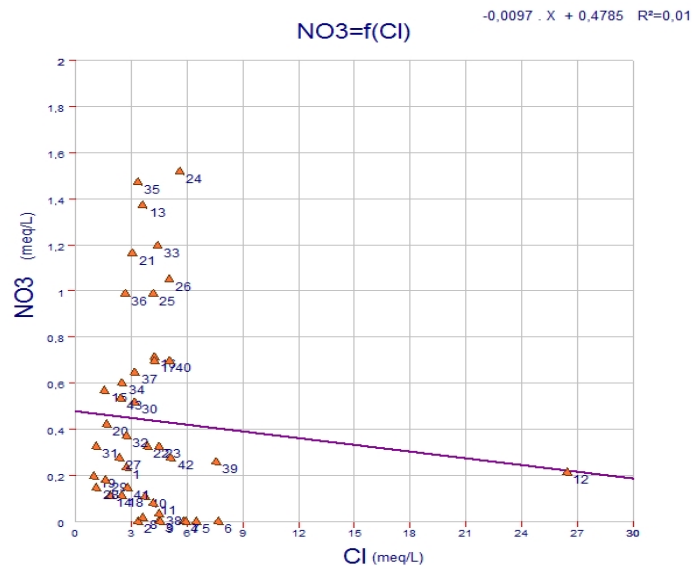


Figure 71; Relations binaires entre Cl & NO3 (Oued Mazafran)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Cl vs NO3

L'équation de la droite $y=-0.0097 * x + 0.4785$

Le coefficient de corrélation $R^2= 0.01$

Les deux éléments sont bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont très proches

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloigné

1.5.7. Na + K vs NO3

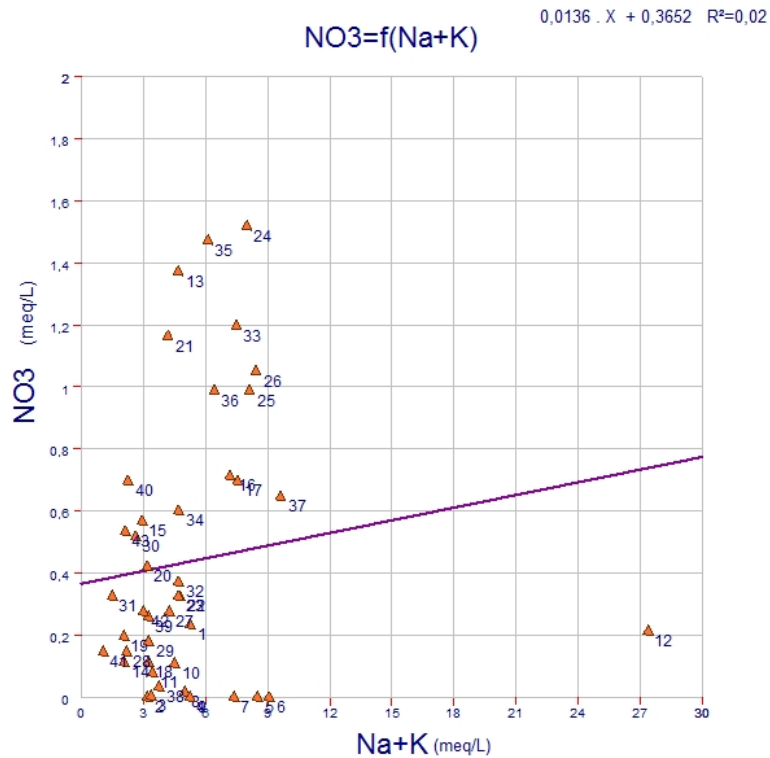


Figure 72; Relations binaires entre Na+K & NO3 (Oued Mazafran)

La figure ci-dessus montre le Diagramme binaire du couple Na + K vs NO3

L'équation de la droite $y = 0.0136 \cdot x + 0.3652$

Le coefficient de corrélation $R^2 = 0.02$

Les deux éléments sont bien corrélés chimiquement entre eux car ils sont proches

Les deux éléments ne sont pas corrélés chimiquement entre eux car ils sont très éloignés

2. Conclusion

Nous avons déjà vu que le faciès bicarbonaté calcique domine en plaine; Or dans les eaux de l'Atlas ou tout au moins dans la partie située au Sud de l'axe

La Chiffa-Beni-Méréd, les eaux ont un caractère bicarbonaté magnésien. On peut en Déduire par là que soit les débits des sources sont trop faibles pour pouvoir influencer sur le caractère chimique des eaux souterraines, ce qui induirait donc une faible alimentation par le piedmont (on ne possède pas de valeurs sur les débits des sources), soit que le pole de l'indice d'échange de base s'inverse à l'entrée de la plaine ;les eaux de l'Atlas à i.e .b positif, induisent la libération par le terrain des ions Ca^{++} et Mg^{++} .

Conclusion générale

Le bassin du Mazafran, reçoit annuellement une tranche d'eau comprise entre 600 et 900 mm. Les précipitations représentent un volume moyen de 1,4 milliard de m³, soit une lame d'eau moyenne de 740 mm

Le calcul du bilan hydrique montre qu'il y a déficit agricole à partir du mois de Mai, donc au début de la période d'irrigation, qui devient nécessaire en Juin—Juillet et indispensable pendant Août Septembre, période pendant laquelle la réserve est épuisée. Le stock se reconstitue en Octobre Novembre.

Les analyses physico—chimiques nous ont servi à définir une norme hydro chimique de qualité moyenne. L'eau la plus probable que l'on puisse rencontrer dans le réservoir, aura un faciès nettement Bicarbonaté Calcique, faiblement Magnésien. Toutefois à l'Ouest du bassin, dans la région d'El—Affroun, les eaux ont un faciès Sulfaté Calcique avec des concentrations dépassant 30 m/l, alors qu'elles sont comprises entre 12 et 19 mé/l dans le reste de la plaine. Le décalage des courbes de distribution pour les ions Na⁺ et Cl, montre qu'il s'agit probablement de deux populations différentes, donc d'une contamination par une eau dont la teneur en éléments Na et Cl est différente.

Plus de 200 millions de m³d'eau pénètrent annuellement dans la plaine par l'intermédiaire des trois oueds principaux : djèr à la station d'El—Affroun (54 millions), Bou—Roumi à la station du Pont (32 millions) et Chiffa à la station de Gorges (117 millions). Sauf pour l'oued Chiffa où le faciès est Bicarbonaté Calcique avec des eaux peu minéralisées (14 mé/l) car circulant sur des terrains schisteux, les autres oueds présentent des eaux à faciès Pluit Sulfaté Calcique et Magnésien.

L'analogie des caractères chimiques entre les eaux alluviales dans la région d'El—Affroun et ceux des eaux fluviales de Djèr et du Bou—Roumi impliquerait une alimentation et un mélange dans cette région de la nappe. Les valeurs du S.A.R. (Sodium Absorption Ratio) sont très faibles, de 0,34 à 2,39.

Les eaux utilisées pour l'irrigation ne présentent aucun danger d'alcalinisation des sols.

La majeure partie des 34 sources recensées sur le flanc Nord de l'Atlas, sont alimentées par les schistes fissurés du Crétacé inférieur

Le faciès dominant est Bicarbonaté Magnésien, or ce faciès ne se retrouve pas dans les eaux alluviales, ceci est probablement dû, soit aux faibles débits des sources, ne représentant qu'un apport d'eau négligeable pour pouvoir influencer sur le caractère chimique des eaux de nappe, soit que l'indice d'échange de bases des eaux de l'Atlas qui est positif, s'inverse à l'entrée de la plaine.

Bibliographie

- ANRH (agence nationale des ressources hydriques, Blida).**, 2005. Fichier analyses chimique. Station Fer à Cheval.
- MESSAOUD NACER N.**, 1987. Hydrogéologie et pollution des eaux. Exemple du bassin versant du Mazafran, Mitidja (Algérie). Th. Docteur-Ingénieur. USTM. Grenoble, 240p.
- AYME A.** (1956). — Contribution à l'étude de la plaine de la Mitidja occidentale et de sa bordure atlasique. Bull. Serv. Carte Géol. (h.série), n°8, pp. 367—362.
- BENAMOUR A., COUCHOT, COFFINET, GRENET,** (1969). — A.E.P. d'Alger, compte—rendu final des essais de pompage de la zone du Mazafran. S.E.S. n°15—11—0 41 — Alger.
- BLES J.L.** (1965). — Mise au point stratigraphique du Néogène et du Quaternaire de la Mitidja. S.E.S. Alger.
- BLES, PERRIN** (1965). — Rapport du lever géologique de la bordure sud. S.E.S Alger, Août 1965.
- BOUGUERRA M.L.** (1986). — Les pesticides et le tiers—monde. La Recherche n°176.
- BREMOND R., VUICHARO R.** (1973). — Les paramètres de la qualité des eaux. Ed. Lavoisier, Paris.
- B.R.G.M.** (1972). — Interprétation des données de pompage d'essai pour l'évaluation des paramètres des aquifères. Aide—mémoire — 72—SG M 273 AME.
- B.R.G.M.** (1979). — Mécanismes d'acquisition de la qualité chimique d'une eau souterraine. Etude expérimentale in situ. N° 79—SGM—661—HYD.
- BUSSE J.F.** (1980). — La pollution dans la nappe des formations quaternaires de l'Est de Lyon (France). Thèse Sciences, Grenoble. .
- C.G.G.** (1967). — Etude par prospection électrique de la plaine de la Mitidja.
- CODE DES EAUX (LE)** — Loi 83.17 du 16juillet 1983. Alger.
- COLLIN J.J.** (1976). — Les eaux souterraines de la plaine Saône—Doubs (gisement, hydrodynamique, hydrochimie, pollution, gestion et sauvegarde). Document du B.R.G.M., n°9.
- COUCHOT A.** (1973). — Projet de recharge artificielle de la plaine de la Mitidja. n0 73—HYG—INRH, Alger.
- COUCHOT A.** (1973). — A.E.P. d'Alger, 2ème champ de captage dans le bassin du Mazafran. •Implantation des forages et piézomètres. n0 73—HYG 71, INRH Alger.

COUCHOT A., LEROLLE (1972). Etude sur un modèle mathématique en régime permanent de la nappe du Bassin Mazafran. N° 72—HYG 60, INRH Alger.

COUCHOT A. (1971). — Etude hydrogéologique complémentaire du Mazafran. Réalisation de quatre forages d'études de reconnaissance. INRH Alger.

DERMOUCHE, MEZIANE (1984). — La pollution de l'oued Mazafran. SDEF—Wilaya de Blida.

D.H.W. — Buda. Fichier des points d'eau. .

DUBREUIL P. (1974). — Initiation à l'analyse hydrologique. Ed. Masson et Cie. ORSTOM.

EYROLLES(1971). — Lutte contre la pollution des eaux. Recherches actuelles.

FLANDRIN J. (1948). — Contribution à l'étude stratigraphique du Nummulitique algérien. Ser. Carte Géol. Algérie, 2° série, n°19 et Thèse Paris.

FORKASIEWICZ J. (1972). — Interprétation des données de pompage d'essai pour l'évaluation des paramètres des aquifères. Aide—Mémoire, B.R.G.M., n°72—SGN 273—AME.

FOSTER S.S.D., YOUNG C.P. (1979). — Conséquences de l'utilisation agricole des sols sur la qualité de l'eau souterraine et notamment sur sa teneur en nitrates. B.R.G.M. 3, 1979, pp. 245—256.

FOURNEAUX J.C., SARROT—REYNAULD J. (1977). — Déficit d'écoulement et évapotranspiration dans les Alpes du Nord. Extrait des Comptes—Rendus du 102e Congrès National des Sociétés Savantes. Fasc.II, Limoges.

FRITSH P., St—BLANQUAT G. (1985). — La pollution par les nitrates. la Recherche n°169.

GEOHYDRAULIQUE (1968—1971). — Etude hydrogéologique quantitative des nappes de la Mitidja. INRH Alger.

GLANGEAUD 1. (1932). — Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. Thèse Paris et Bulletin. Serv. Carte Géol., 2e série, n°8 Alger.

GLANGEAUD L., MME A., CAIRE A., MATTAJER, MURAOUR P. (1952). — Histoire géologique de la Province d'Alger. XIX Congrès International Alger.

HALIMI A. (1980). — L'Atlas Blidéen. Climats et étages végétaux. Office des publications universitaires. Alger.

HYDROLOGIE (Service) (1971). — Débit de base des bassins des oueds Mazafran, Harrach et Hamiz. Juillet 1970, Juillet 1971, INRH Alger.

HYDROLOGIE (Service). — Annuaire hydrologique.

I.N.R.H. (1973). — Carte hydrogéologique de la région d'Alger. Notice explicative.

LECLERC E...— Recherche et technique au Service de l'environnement. Liège. CEBEDOC.

Liste des abréviations:

Ca: Calcium

Mg: Magnesium

Na: Sodium

K: Potassium

Cl: Chlorures

SO₄: Sulfates

CO₃H: Bicarbonates

CO₃: Carbonates

NO₃: Nitrates

Ce : la conductivité

PH : Potentiel d'Hydrogène

MES : matière en suspension

DDP : date de prélèvement

A.N.R.H : Agence Nationale des Recours Hydrique .