

Qualité bactériologique des eaux du bassin versant de l’oued Inaouene en amont du barrage Idriss I^{er} (NE du Maroc)

[Bacteriological quality of the waters of the Oued Inaouene watershed upstream of the Idriss Ist dam (NE of Morocco)]

Mohamed Ben Abbou¹, Loubna Bougarne¹, and Mounia El Haji²

¹Laboratoire des ressources naturelles et environnement, Faculté Polydisciplinaire de Taza, Morocco

²Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique (ENSEM), Université Hassan II, Casablanca, Morocco

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This present study was conducted during the period 2010-2012. The scope of this study was the characterization of the biological of surface quality in the Inaouen catchment. Also, we focused on the identification of any existing pollutants into its waters and their origins. For this, we have, on the one hand, the study area bounded to 26 stations for surface water and directed the spatio-temporal monitoring of bacteriological for two years (November 2010 - October 2012). The analysis results revealed a spatio-temporal difference between the two sides of Inaouen watershed, following the intervention of natural and anthropogenic factors. Over time, the waters of the Oued Inaouen enrich gradually with fecal contamination tests germs. This state of pollution is greater downstream in the stations that receive more releases. This is most often related to untreated domestic and industrial waters (especially liquid olive mill wastes OMW) discharged into rivers, and agricultural runoff which is a result of fertilizer use especially in summer and autumn. Besides the germs tests of faecal contamination. This pollution effect is greater in downstream stations that receive more releases. In addition to this fact, the climatic conditions of the region are characterized by very low flows wadis in upstream during the summer season.

KEYWORDS: Oued Watershed of Inaouen, surface water, microbiological quality, faecal contamination, spatio-temporal.

RESUME: Le présent travail, est le fruit d’une étude qui s’est étalée sur la période 2010–2012, dont l’objectif est de déterminer la qualité microbiologique des eaux de surface du bassin versant de l’Oued Inaouen, d’identifier les éventuels polluants existants dans ces eaux et leurs origines. Pour cela, nous avons, d’une part, délimité la zone d’étude à 26 stations pour les eaux de surface et réalisé le suivi spatio-temporel des paramètres bactériologiques pendant deux ans (Novembre 2010 - Octobre 2012). Les résultats des analyses ont fait ressortir une différenciation spatio-temporelle, le long du bassin versant de l’Oued Inaouen, à la suite d’intervention des facteurs naturels et anthropiques. Au fil du temps, les eaux de surface de l’Oued Inaouen s’enrichissent progressivement en germes tests de contamination fécale. Cet état de pollution est plus marqué en aval, dans les stations qui reçoivent plus de rejets. A cela se sont ajoutées les conditions climatiques de la région, qui se caractérisent par des débits des Oueds en amont très faibles à sec durant la saison d’été. L’origine de cette pollution est liée aux rejets ménagers et industriels (surtout les margines) déversés sans traitement dans les cours d’eau, et au lessivage des terres agricoles, à la suite de l’utilisation des engrais, avec un enrichissement d’autant plus important en été et en automne.

MOTS-CLEFS: Bassin versant d’Inaouen, Eaux de surface, qualité microbiologique, contamination fécale, spatio-temporelle.

1 INTRODUCTION

L'eau et la protection de l'environnement sont devenues actuellement deux préoccupations majeures pour tous les pays du monde, car l'eau représente un facteur primordial pour le développement durable. Actuellement, de nombreux pays connaissent des problèmes de pénurie en eau. Au Maroc, les eaux souterraines constituent une part importante du patrimoine hydraulique du pays [1] et représentent une ressource vitale pour l'économie nationale par leur utilisation dans l'industrie, l'agriculture et l'alimentation en eau potable.

Les paramètres bactériologiques basés sur des descripteurs conventionnels de la qualité de l'eau [2] qui ont pour objectif de déterminer la présence dans l'eau des bactéries d'origine fécale (E.coli...) dont la présence indique non seulement une contamination par les matières fécales mais aussi la présence probable des microorganismes pathogènes [3].

De nombreuses bactéries pathogènes peuvent se trouver dans l'eau par souillure de cette dernière par des excréments animaux et humains ou par des eaux d'égouts. Le métabolisme de ces micro-organismes unicellulaires est étroitement lié au milieu ambiant (sels nutritifs, énergie, oxygène, température...). Les modifications introduites par l'Homme dans l'environnement des Oueds sont à l'origine de la présence des microorganismes indésirables au niveau des zones urbaines et rurales.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude, se limite au bassin versant de l'Oued Inaouen en amont du barrage Idriss I^{er} dont la superficie totale mesurée est de l'ordre de 3396 km² (Figure 1.1). Il constitue 8,3% du bassin de Sebou en amont du barrage Idriss I^{er}. Il se limite à l'Est par le bassin versant de la moyenne Mouloya, au Nord-Ouest par celui du haut Ouergha et au Sud par celui du haut Sebou. Ce bassin draine principalement des formations marneuses du relief Pré-rifain au niveau de la rive droite, alors qu'au niveau de la rive gauche, il draine principalement les formations carbonatées du Causse moyen atlasique.

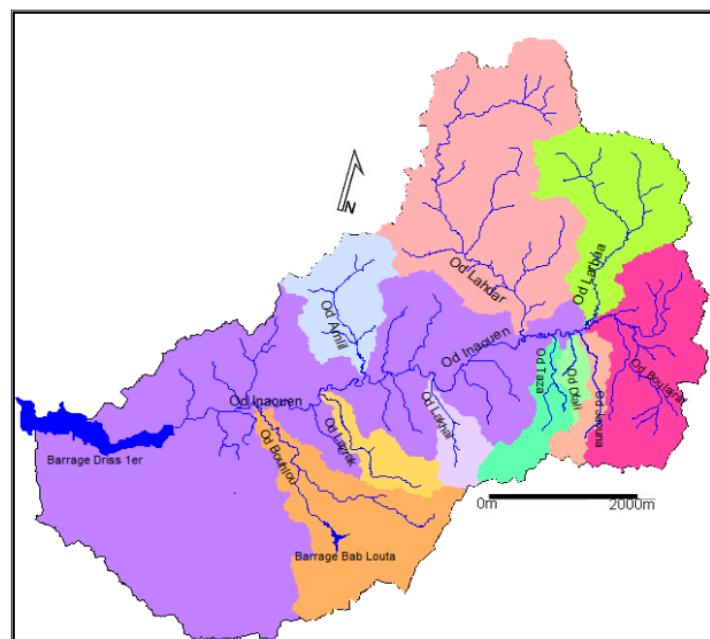


Fig. 1. Réseau hydrographique du sous bassin versant de l'Oued Inaouen

L'Oued Inaouen reçoit sur sa rive droite les débits des Oueds; Larbaa, Lahdar et Amlil. Ces affluents recueillent les ruissellements des collines pré-rifaines. Sur sa rive gauche, l'Oued Inaouen reçoit des affluents alimentés, en partie, par le massif primaire de Tazekka et par les calcaires du Moyen Atlas souvent karstiques dans cette région: Zerg, Bouhlou, Matmata et Bouzemlane.

La ville de Taza dispose de 52 rejets d'eaux usées répartis comme l'indique le tableau 1.6. La quantité des eaux usées rejetée dans les cours d'eau pourrait atteindre 5. 000. 000 m³/an [4]. Ce débit est en augmentation d'une année à une autre vu l'augmentation de la population de la ville de Taza [5].

Tableau 1. *Quantité des eaux usées rejetée dans les cours d'eau au niveau de la Province de Taza [4]*

Ville/Centre	Volume des eaux usées rejeté (m ³ /an)	Lieu de rejet
Taza	3.800.000	Oued Inaouen
Tahla	500.000	Oued Inaouen
Oued Amlil	200.000	Oued Inaouen
Zrarda	40.000	Oued Boukhaled – Inaouen
Oulad Zbair	60.000	Oued Inaouen
Taineste	15.000	Oued Lahdar– Inaouen
Matmata	35.000	Oued Inaouen
Total	4.650.000	

3 PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Pour un échantillonnage plus représentatif des cours d'eau, nous avons retenu vingt six stations dans le bassin versant d'Inaouen. Six stations sur le lit de l'Oued Inaouen (O13, O14, O17, O18, O21 et O26) et vingt stations en aval des affluents de l'Oued Inaouen qui traversent la ville de Taza et les centres urbains et ruraux de cette dernière (O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9, O10, O11, O12, O15, O16, O19, O20, O22, O23 O24 et O25) (1).

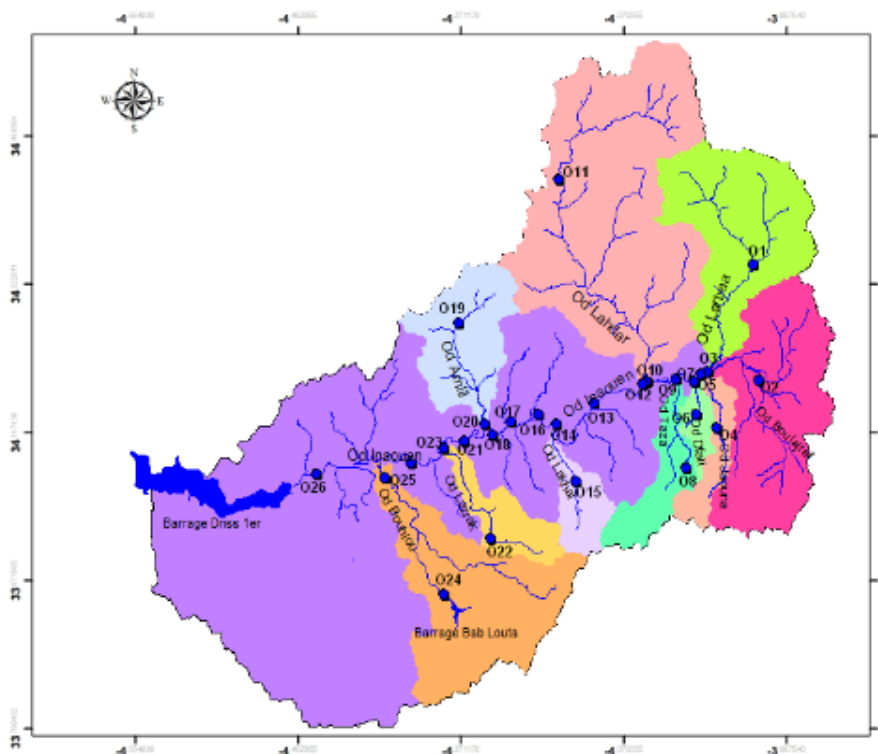


Fig. 2. *Situation des stations au niveau du bassin versant de l'Oued Inaouen*

La période des prélèvements s'est étalée sur deux années: Du mois de Novembre 2010 jusqu'au mois d'Octobre 2012 avec une fréquence mensuelle pour l'année 2010-2011 et une saisonnière pour l'année 2011-2012. Il s'agissait, donc, de 16 échantillons pour chaque station.

3.1 ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE

Les échantillons d’eau sont prélevés soigneusement dans des flacons stériles de 500 ml en verre à bouchon rodé. Ces prélèvements sont effectués aseptiquement avec un chalumeau à gaz portatif et en laissant dans le flacon un espace d’air (2/3) afin de faciliter la remise en suspension des microorganismes par agitation avant l’ensemencement dans les milieux de culture appropriés [6, 7, 8].

Les prélèvements sont acheminés au laboratoire dans une glacière à une température $\pm 4^{\circ}\text{C}$ afin d’effectuer des analyses bactériologiques, et ceci selon des Normes Marocaines (NM) appropriées (Tableau 2).

L’étude des paramètres bactériologiques a porté sur la quantification des paramètres d’origine fécale: coliformes fécaux (CF), coliformes totaux (CT) et streptocoques fécaux (SF). Le dénombrement des CF, CT et SF a été effectué selon la méthode indirecte de fermentation en tube multiple dans un bouillon lactosé; le nombre a été ensuite déduit statistiquement suivant la méthode du nombre le plus probable [9].

Tableau 2. Méthodes d’analyses des différents paramètres bactériologiques

Germes	Milieux utilisés	Température et temps d’incubation	Référence
CT (Coliformes)	Bouillon Lauryl sulfate de tryptose;	37°C + 1 °C/48H	NM 03.7.060 (2012)
	Bouillon lactosé bilié au vert brillant		
CF (Escherichia coli)	Bouillon Lauryl sulfate de tryptose;	37°C + 1 °C/48H;	NM 03.7.060 (2012)
	EC medium	44°C + 0.5 °C/24H	
SF (Entérocoques intestinaux)	Bouillon glucosé à l’azoture;	37°C + 1 °C/48H; 44°C \pm 0.5 °C / 48H	NM 03.7.252 (2012)
	gélose biliée à l’esculine et à l’azoture (BEA)		

4 RESULTANTS ET DISCUSSIONS

La variabilité de la charge bactérienne dans les eaux prélevées a été étudiée selon la variation spatio-temporelle.

4.1 COLIFORMES TOTAUX (CT)

L’évolution temporelle des Coliformes Totaux le long de l’Oued montre des fluctuations durant les deux années d’étude. Les Coliformes Totaux présentent des teneurs élevées en été et en automne, principalement dans les stations situées dans la ville de Taza et les centres ruraux. La période d’hiver est caractérisée par la chute des charges de ces germes, cette diminution est suivie d’une élévation au printemps.

La comparaison des charges moyennes en CT dévoile l’existence d’un gradient croissant de l’amont (sec en O1) vers l’aval (2900 N/100 mL en O26) avec des valeurs maximales au niveau des agglomérations. En enregistrant des valeurs de 1,1 109 N/100 mL en amont et 44100 N/100 mL en aval pour l’année 2011-2012 contre 107,25 N/100 mL en O1 en amont et 1335 N/100 mL en O26 en aval pour l’année 2010-2011.

L’augmentation de la concentration bactérienne pourrait être le résultat de l’augmentation de la température qui provoque la croissance et la multiplication des CT, à l’inverse du froid qui inhibe la prolifération bactérienne. La période d’hiver est caractérisée par une augmentation accidentelle des bactéries dans l’eau. En fait, le lessivage des sols par les eaux de ruissellement peut être une raison principale pour la mobilisation des biomasses des sols [10] durant les prélèvements de la saison humide.

La variation spatiale des CT (et 4), a montré l’existence d’un gradient croissant amont-aval. Le nombre des Coliformes Totaux durant la période 2011-2012 a été multiplié par un coefficient égal à 2 par rapport à la période 2010-2011.

Une chute des charges des Coliformes Totaux est notée dans les stations O1 et O12 situées respectivement en amont de l’Oued Larbaa et en aval de l’Oued Lahder. Ces stations étant loin des agglomérations, la contamination bactérienne, ce qui pourrait être lié à l’apport en matière organique et à l’apport des bactéries du sol ou à l’utilisation du fumier sur les terres agricoles au niveau de ces points.

Les écarts types présentent des valeurs importantes au cours de la période 2010-2011, au niveau des stations O5, O7, O10, O13 et O18, ce qui est due vraisemblablement aux variations alternatives saisonnières, par la sécheresse observée durant cette période, en amont des cours d'eau. En outre, ces stations constituent le réservoir des déchets de la population de la ville de Taza et des centres ruraux. Ces écarts types restent presque les mêmes durant la période 2011-2012.

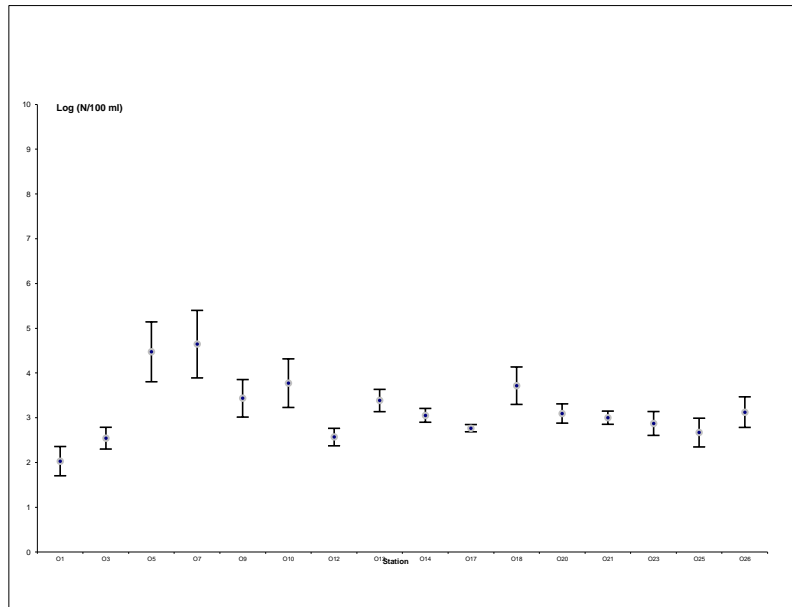


Fig. 3. Evolution spatiale des moyennes et des écarts types des Coliformes Totaux (N / 100 mL) dans les eaux analysées durant la période 2010 – 2011

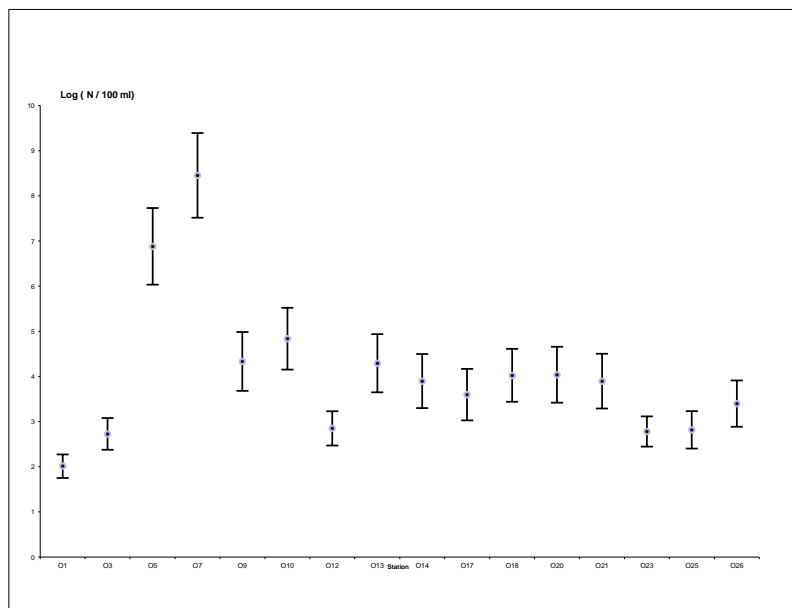


Fig. 4. Evolution spatiale des moyennes et des écarts types des Coliformes Totaux (N / 100 mL) dans les eaux analysées durant la période 2011-2012

4.2 COLIFORMES FÉCAUX

L'évolution temporelle de la teneur en Coliformes Fécaux est peu différente de celle des Coliformes totaux. Les teneurs en Coliformes Fécaux varient entre 0 et 2900 N / 100 mL. Les résultats obtenus montrent une augmentation du nombre de Coliformes Fécaux durant la période 2011-2012 en enregistrant des valeurs multipliées par un coefficient égale à 2 par rapport

à celles enregistrées au cours de la période 2010-2011. Les teneurs sont plus élevées en été et en automne, elles diminuent en mois Janvier- Février et augmentent en automne spécialement pendant le mois de Novembre, puis chutent progressivement au cours de la période de l'hiver et du printemps.

L'évolution spatiale des CF (Figures 5 et 6), a montré l'existence d'un gradient croissant de l'amont vers l'aval.

Durant la période 2010-2011, les écarts types témoignent d'une variation saisonnière importante dans les stations O5, O17, O21 et O22. Par contre, la période 2011-2012, est caractérisée par des variations saisonnières, comme le montrent les écarts types calculés, importantes pour la station O5. Le déclin observé dans les stations O12, O25 peut s'expliquer de la même manière que celui des Coliformes totaux.

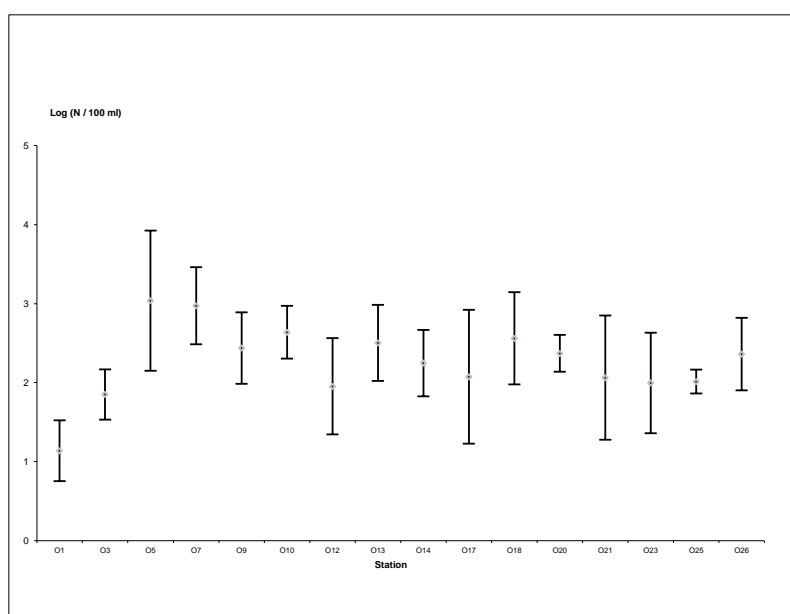


Fig. 5. Evolution spatiale des moyennes et des écarts types des Coliformes Fécaux (N / 100 mL) dans les eaux analysées durant la période 2010 – 2011

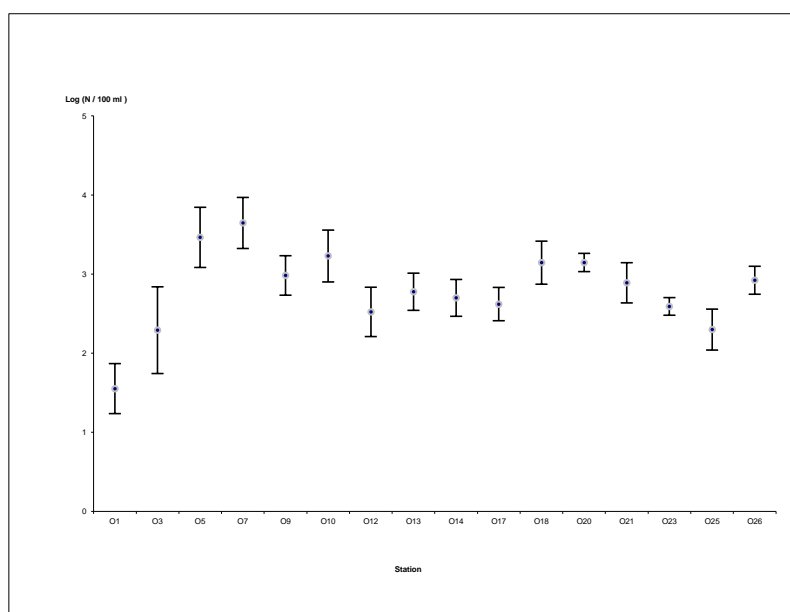


Fig. 6. Evolution spatiale des moyennes et des écarts types des Coliformes Fécaux (N / 100 mL) dans les eaux analysées durant la période 2011- 2012

L'augmentation des Coliformes Fécaux pourrait être un résultat de l'abondance des nutriments, de l'oxygène dissous et d'autres éléments nécessaires au développement bactérien.

4.3 ENTÉROCOQUES INTESTINAUX

Les Streptocoques Fécaux présentent une évolution temporelle irrégulière. Le développement maximal est noté en été et en automne. En effet, après les crues, on assiste à une augmentation bactérienne: le nombre atteint 95 000 N /100 mL en été (2011-2012) et 4600 N/100 mL en été (2010-2011) au niveau des stations O5, O7, O9, O10 et O18. En hiver, on constate une diminution du nombre de Streptocoques Fécaux. Par contre, en printemps on assiste à une ré- augmentation du nombre de ces bactéries.

Durant les deux années d'étude, on a remarqué des fluctuations saisonnières dans les charges des Streptocoques Fécaux en relation avec l'apport du bassin versant et les variations de la température. Le taux de précipitation dans la période 2010-2011, caractérisée par une pluviométrie maximale à la station de Taza (1102,4 mm / an), est plus faible que celui obtenu durant les dernières campagnes de la période 2011-2012.

La variation spatiale des Streptocoques Fécaux au niveau du bassin versant de l'Oued Inaouen (et 8), a montré:

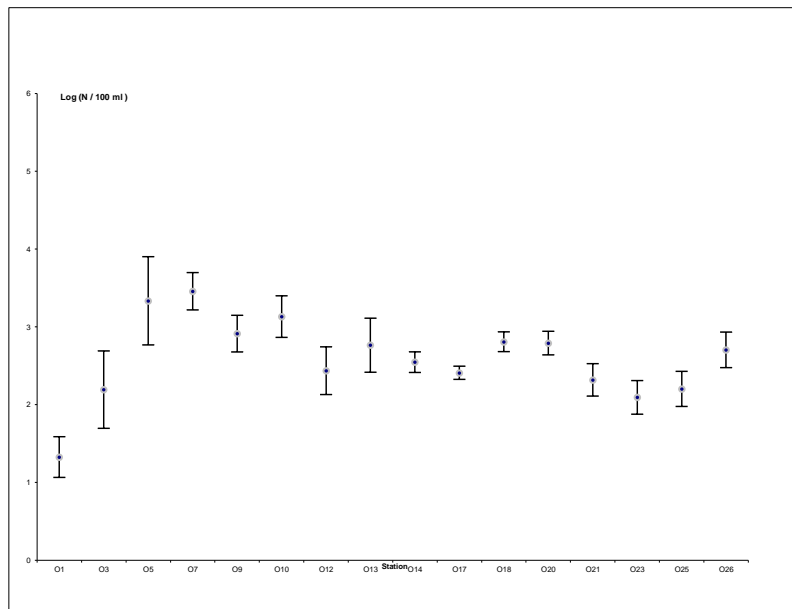


Fig. 7. Evolution spatiale des moyennes et des écarts types des Streptocoques Fécaux (N / 100 mL) dans les eaux analysées durant la période 2010 – 2011

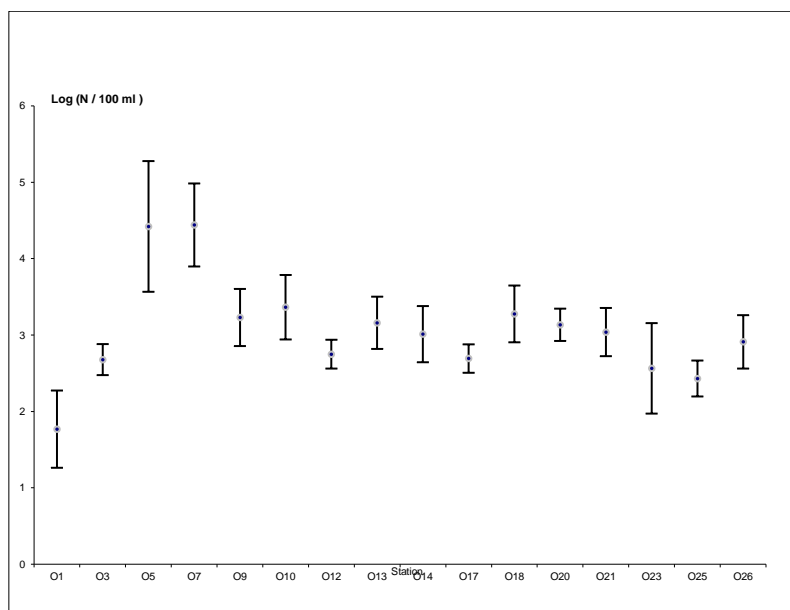


Fig. 8. Evolution spatiale des moyennes et des écarts types des Streptocoques Fécaux (N / 100 mL) dans les eaux analysées durant la période 2011 – 2012

- Au cours de la période 2011-2012, on note des écarts types importants dans les stations O5, O7 et O23. Ceci est la conséquence des variations saisonnières importantes dans les trois points.
- La chute du nombre de Streptocoques aux stations O13, O14, O17, O23 et O26 laisse admettre l'existence d'un pouvoir auto-épurateur au niveau de ces points.

L'évolution spatio-temporelle des Streptocoques Fécaux, au niveau des eaux de l'Oued Inaouen, durant les deux campagnes d'analyses, a montré que:

- Il y a une tendance aux variations saisonnières importantes;
- La contamination de l'eau par les Streptocoques Fécaux est de plus en plus élevée en passant de l'année 2010 à 2012.
- L'existence d'un gradient croissant amont-aval du degré de la contamination par les Streptocoques Fécaux.

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux du bassin versant de l'Oued Inaouen ont révélé une contamination importante de ces eaux par les 3 groupes de germes indicateurs d'une contamination fécale. Une augmentation de la contamination bactériologique est observée pendant la saison chaude de la période d'étude (2010-2012) (été, automne), alors qu'une diminution de l'abondance bactérienne est notée durant la saison froide (hiver) avec une faible ré-augmentation au printemps. Le degré de cette contamination présente aussi un gradient croissant en allant de l'amont vers l'aval du bassin versant.

La contamination bactériologique des eaux de l'Oued Inaouen est due aux rejets des déchets solides, des eaux usées domestiques et agricoles en provenance de la ville de Taza et des centres ruraux avoisinants ainsi que des agglomérations situées au bord de l'Oued. En effet, les points les plus contaminés sont ceux situés à proximité des unités d'habitations des riverains.

La chute des concentrations en Coliformes totaux, Coliformes Fécaux et Streptocoques Fécaux en hiver par rapport à la période chaude pourrait être due à un effet de dilution des eaux. En effet, la teneur en polluants rejetés régulièrement dans un cours d'eau diminue et se trouve diluée dans un plus grand volume d'eau suite à la chute des pluies [11]. Les pluies, entraînent alors une dilution de la contamination bactérienne et augmentent le débit de la rivière ce qui défavorise la prolifération bactérienne.

La période de crue peut aussi être à l'origine d'un phénomène de lessivage des sols, pendant les premiers instants de pluies, les eaux de ruissellement mobilisent les dépôts sur les sols [10], ce qui peut expliquer les fortes charges bactériennes en automne. Le reste de la période de crue se comporte ainsi comme agent de dilution pour le milieu récepteur [12]. Cette variation temporelle des charges des bactéries indicatrices de contamination fécale évoquée par les résultats de notre étude concorde avec les conclusions de [13] qui ont affirmé une forte contamination fécale en période d'étiage où la multiplication

bactérienne est plus favorisée par la température, le pH basique et le milieu alcalin ce qui était appuyé par d'autres travaux [14, 15, 16].

La contamination fécale des eaux du bassin versant de l'Oued Inaouen présente aussi une variation spatiale avec un gradient croissant en allant de l'amont vers l'aval. La même constatation évoquée par [16]. Cette variation semble être liée au rejet des eaux usées issues des différentes activités domestiques et agricoles le long de l'Oued. En effet, la présence des bétails et des animaux qui ont un accès facile au cours d'eau, ainsi qu'elle est influencée par la proximité des agglomérations et des terres agricoles du cours d'eau. Par ailleurs, une relation causale entre la qualité bactériologique de l'eau qui arrive au cours d'eau et le changement de sa concentration en CF a été mise en évidence par [17].

La comparaison des résultats obtenus lors de la période 2010-2011 et ceux obtenus lors de la période 2011-2012 montre une altération de la qualité bactériologique des eaux analysées d'une année à l'autre, particulièrement en été. Ceci peut constituer une menace sanitaire pour les riverains qui puisent de ces eaux pour le breuvage des bétails et l'irrigation de leurs cultures.

4.4 ORIGINE DE LA CONTAMINATION FÉCALE

La variation spatio-temporelle des rapports Coliformes Fécaux sur Streptocoques Fécaux, au niveau du bassin versant de l'Oued Inaouen, a montré:

✓ Au cours de la période 2010-2011 (Figure 9):

- En été: La contamination fécale est d'origine incertaine au niveau des stations O17, O18 et O21, alors qu'elle est d'origine strictement animale et mixte à prédominance animale au niveau des autres stations.
- En automne: L'origine de la contamination fécale est mixte à prédominance animale au niveau des points O17, O18, O23 et O26 et entièrement animale au niveau des points restants.
- En Hiver: Toutes les stations présentent une contamination fécale d'origine strictement animale à l'exception de la station O3 qui présente une contamination fécale d'origine incertaine.
- Au printemps: On assiste à une contamination d'origine incertaine au niveau de la station O23, une contamination d'origine mixte à prédominance animale au niveau de la station O25 et une contamination d'origine strictement animale dans les autres stations.

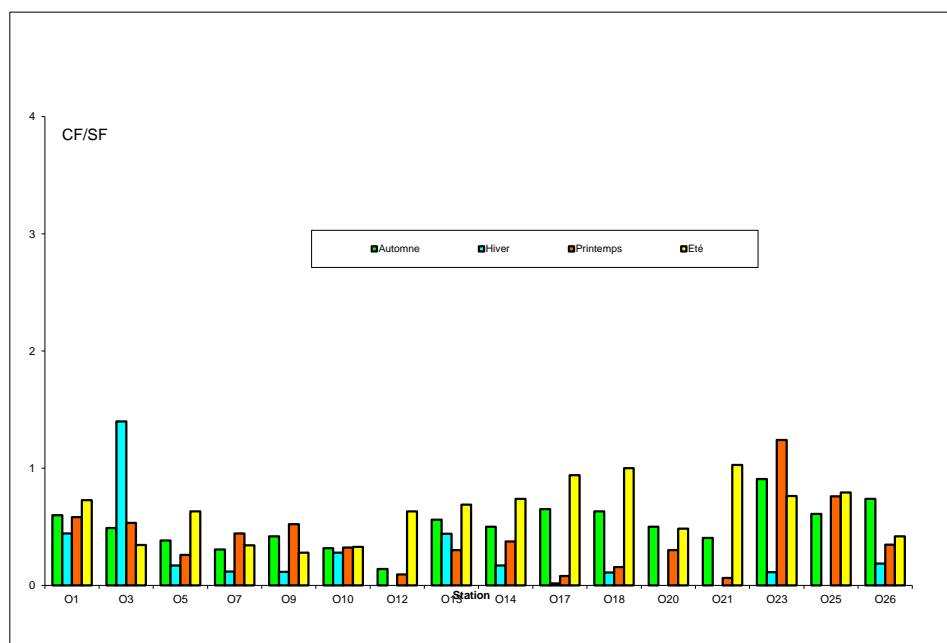


Fig. 9. Evolution spatio-temporelle du rapport des Coliformes Fécaux (CF) sur les Streptocoques Fécaux (SF) dans les eaux durant la période 2010-2011

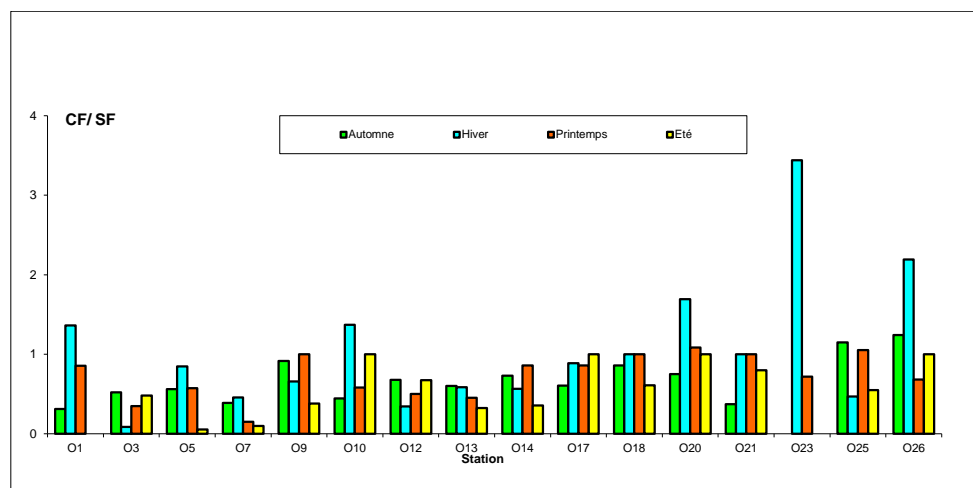


Fig. 10. Evolution spatio-temporelle du rapport des Coliformes Fécaux (CF) sur les Streptocoques Fécaux (SF) dans les eaux analysées durant la période 2011-2012

*Au cours de la période 2010-2011 (Figure 10):

- En été: La contamination fécale est d'origine incertaine aux stations O10, O17, O20 et O26, alors qu'elle est d'origine mixte à prédominance animale au niveau du O21 et strictement animale au niveau des autres stations.
- En automne: Les eaux des différentes stations étudiées présentent une contamination fécale d'origine incertaine au niveau du O25 et O26, une contamination mixte à prédominance animale au niveau des stations O9, O14, O18 et O20, alors qu'elle est d'origine strictement animale au niveau des autres stations.
- En hiver: La contamination fécale révélée au niveau des différentes stations échantillonnées présente une origine incertaine au niveau du O1, O10, O18, O20 et O21, une origine mixte à prédominance animale au niveau du O5 et O17, ainsi qu'une origine mixte à prédominance humaine au niveau du O23 et O26 et une origine animale au niveau du reste des stations.
- Au printemps: On assiste à une contamination fécale d'origine incertaine dans les stations en aval de l'Oued Inaouen O9, O18, O20, O21, et O25. Une contamination d'origine mixte à prédominance animale au niveau des stations O1, O14, et O17, alors que les autres stations présentent une contamination fécale d'origine strictement animale.

Il ressort de ces résultats; la dominance des caractères strictement animale et mixte à prédominance animale. En effet, on assiste à une contamination fécale des eaux du bassin versant de l'Oued Inaouen avec une apparition de certaines contaminations dont l'origine est incertaine au niveau de certaines stations surtout celles situées en aval du bassin versant telles que O10, O18, O20, O21, pendant l'hiver et le printemps de la période 2011-2012, et une contamination mixte à prédominance humaine au niveau du O23 et O26 pendant l'hiver de la même période.

L'origine exclusivement animale et mixte à prédominance animale de la contamination fécale des eaux étudiées témoigne de l'intensification des activités agricoles au niveau de la zone d'étude et de l'impact négatif de ces activités (rejet des eaux usées agricoles ou des déchets des bétails, utilisation des matières fécales des animaux comme fertilisants....) sur la qualité bactériologique des eaux de cet Oued.

L'origine incertaine ou mixte à prédominance humaine de la contamination fécale, évoquée au niveau de certaines stations situées en aval du bassin versant ou autres stations qui traversent la ville de Taza et les centres ruraux, est attribuable au rejet des déchets solides ou liquides provenant de différentes activités quotidiennes, comme elle témoigne l'impact de ces rejets sur la qualité des eaux étudiées.

4.5 SALMONELLES ET VIBRIONS CHOLÉRIQUES

Malgré la forte charge des bactéries indicatrices de contamination fécale, la recherche des bactéries du genre Salmonella et Vibrions cholériques s'est révélée négative dans tous les échantillons prélevés, à l'exception de quelques moisissures détectées au niveau des stations O5, O7, O9 et O10. L'existence probable de ces germes à l'état viable non cultivable remettrait

en question les techniques de culture classique utilisées. Cette absence a été mentionnée dans d'autres études similaires en dépit de la présence d'une forte charge bactérienne d'origine fécale [14, 18].

Les eaux étudiées ne présentent pas de contamination par le vibron cholérique, bien que les vibrions cholériques (forme pathogène ou non) fassent partie de la flore bactérienne normale de l'environnement aquatique.

5 CONCLUSION

Les résultats de l'étude bactériologique du bassin versant de l'Oued Inaouen montrent que les germes tests de la contamination fécale présentent des teneurs variables au cours des campagnes d'analyses. Les fortes teneurs sont notées essentiellement en été et en automne.

Les eaux du bassin versant de l'Oued Inaouen sont plus riches en germes avec un gradient croissant de l'amont vers l'aval. Les valeurs maximales enregistrées au niveau de la ville de Taza et des centres ruraux, témoignent un accroissement progressif de la charge en matières organiques et de sa dégradation effective par autoépuration.

Cependant, la chute du nombre des germes dans les stations O1, O2, O12, O17 et O25 pourrait s'expliquer par l'emplacement de la station O1 en amont de l'Oued et loin des agglomérations. Alors que cette chute au niveau des stations O12, O17 et O25 permet d'avancer l'existence d'un pouvoir d'auto épuration qui est dû vraisemblablement à la dilution des eaux de l'Oued par des sources pour les stations O3, O12 et des affluents qui sortent des montagnes comme l'Oued Lakhel pour les stations O17 et O25, ainsi que leur éloignement des zones rurales et urbaines. De même, la diminution de la teneur en bactéries tests de contamination fécales, observée dans les stations O3, O14, O21, O24 et O26, pourrait s'expliquer par la dilution de l'eau et par le faible apport en matières organiques et en suspension.

L'analyse des rapports Coliformes Fécaux sur Streptocoques Fécaux au niveau des différentes stations a permis de mettre en évidence une dominance d'origine exclusivement animale et mixte à prédominance animale de la contamination fécale des eaux étudiées.

La comparaison des résultats des deux campagnes (2010-2011) et (2011-2012) a montré une tendance à l'augmentation du nombre des germes et des indices de contamination fécale qui ont été multipliés par un coefficient égale à 2 par rapport à la campagne (2010-2011).

Du fait de la cohabitation des autres germes pathogènes avec les indicateurs de contamination fécale dénombrés, et qu'il est suggéré de ne pas consommer une eau souterraine dans laquelle des entérocoques ont été identifiés. La consommation de ces eaux expose la population qui les utilise à des risques sanitaires graves.

REFERENCES

- [1] MEMEE, (2012): Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'environnement. Revue de presse National.
- [2] Hébert S., (1997): Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico chimique de l'eau pour les rivières du Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, enviro doq nEN/970102, Québec, Canada.
- [3] Santé Canada, (2006): Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada: document technique – Les Coliformes totaux. Bureau de la qualité de l'eau et de la santé Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario).
- [4] Service technique de la municipalité de Taza STMT, (2005): Etude de choix d'un site pour l'implantation d'une décharge contrôlée des déchets ménagers et assimilés de la ville de Taza. Mission I, et 2. p: 1-19.
- [5] Minute du rapport définitif de l'étude du schéma directeur de l'assainissement du centre de Guerif (SDACG) (1994) Mission A-.
- [6] Abouzaid et Duchesne. (1984) Direction contrôle qualité des eaux. ONEP.
- [7] ONEP. Procédure de prélèvement des eaux naturelles, traitées et usées. (2007) Direction contrôle qualité des eaux.
- [8] ONEP. Modes opératoires normalisés. (Janvier 2008) Direction contrôle qualité des eaux.
- [9] Rodier J. (2009) L'analyse de l'eau – eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9ème édition, Paris, Dunod, 1475 p.
- [10] BouSaab H., Nadine N., El Samrani A. G, Rosette D., Medawar S., et Ouaini N., (2007): Suivi de la qualité bactériologique des eaux de surface (rivière Nahr Ibrahim, Liban). Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol. 20, n° 4, p: 341-352.
- [11] Hébert S., et Légaré S., (2000): Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, enviro doq No ENV-2001-0141, rapport N° QE-123, 24 p. et 3 annexes.

- [12] El samrani A.G., Lartiges B.S., Yvon J. et Ghanbaja J., (2004): Trace element carriers in combined sewer during dry and wet weather: an electron microscope investigation. *Water Res.*, 38, p: 2063-2076.
- [13] Larif M., Soulaymani A., Elmidaoui A., (2013): Evaluation spatio-temporelle du degré de la pollution industrielle oléicole sur les cours d’eaux de l’Oued Boufekrane dans la région de Meknès-Tafilalt (Maroc). *J. Mater. Environ. Sci.* 4 (3) (2013) 432-441. ISSN: 2028-2508 CODEN: JMESCN.
- [14] Aboulkacem A., Cahlaoui A., Soulaymani F., Rhazi-Filall et Benali D., (2007): Etude comparative de la qualité bactériologique des eaux des Oueds Boufekrane et Ouislane à la traversée de la ville de Meknès (Maroc). *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn.*N°1, p: 10-22.
- [15] El Addouli J., Chahlaoui A., Berrahou A., Hafi A., Ennabili A., (2011): Approche de la qualité biologique de l’Oued Ouislane, au voisinage des effluents bruts de la région de MEKNES. *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 09, 2011, p: 21-33.
- [16] Lamrani H., Chahlaoui A., El addaoui J., Ennabili A., (2011): Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique de l’Oued boufekrane au voisinage des effluents de la ville de Meknès (MAROC). *Science Lib*, Editions Mersenne: Volume 3, N ° 111112, ISSN 2111-4706.
- [17] Hunter C., Perkins J., Tranter J., et Gunn J., (1999): Agricultural land-use effects on the indicator bacterial quality of an upland stream in the Derbyshire peak district in the U.K. *Water Res.* 33 (17), p: 3577-3586.
- [18] Schaffter N., et Parriaux A., (2002): Pathogenic-bacterial water contamination in mountainous catchments. *Water Res.* 36 (1), p: 131-139.