



Impact du Plan d'action Communal de Meknes (2016-2021) dans l'amélioration de la Qualité des Ressources Hydriques de Ville de Meknes cas de l'oued R'dom

Baouahi Farid, PhD

Laboratoire écologie et biodiversité des zones humides, Faculté des Sciences
de Meknès, Université Moulay Ismail, Maroc

Zine Nacer-Eddine, Pr

Responsable du laboratoire écologie et biodiversité des zones humides,
Faculté des Sciences de Meknès, Université Moulay Ismail, Maroc

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n10p318](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n10p318)

Submitted: 04 February 2021

Accepted: 01 March 2021

Published: 31 March 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Baouahi F. & Zine N.E.(2021). *Impact du Plan d'action Communal de Meknes (2016-2021)
dans l'amélioration de la Qualité des Ressources Hydriques de Ville de Meknes cas de l'oued
R'dom*. European Scientific Journal, ESJ, 17(10), 318.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n10p318>

Résumé

L'actualisation de l'état de la pollution au niveau du bassin de R'dom revête un caractère très important pour les opérateurs œuvrant dans la protection de l'environnement et le contrôle de la pollution hydrique. Cet article concerne la mise à jour des niveaux de pollution au niveau de l'oued R'dom à travers ces affluents qui sont l'oued Boufekrane, l'oued Bouishak et l'oued Ouislane. En effet, 8 stations au totale ont servi pour le suivi de l'évolution spatiale de la pollution et 5 campagnes pour la mise en évidence de la variation temporelle. Les résultats de cette étude n'ont pas traduit les efforts déployés par l'état et la commune de Meknès en matière des investissements relatifs à la composante environnementale notamment dans l'oued R'DOM qui a fait l'objet de la majorité des investissements de l'état en matière de dépollution dans ce bassin. En effet, trois projets structurants ont été menés par la ville de Meknès pour l'amélioration de l'état de la pollution hydrique à l'aval de la ville. Ces projets sont: La réalisation en 2009 de la station d'épuration de la ville qui déversait auparavant les eaux usées non traitées dans l'oued de Boufekrane. Le deuxième concerne le centre

d'enfouissement et de valorisation des déchets de la ville qui a mis terme en 2015 aux rejets des lixiviats dans le même cours d'eau Le troisième projet structurant et la réalisation des conduites de transport des eaux usées qui longent les trois oueds et qui a mis à terme définitivement aux rejets directs dans ce bassin. Les résultats des analyses ont montrés que les stations S2 qui correspond au point de déversement de la ville de Boufekrane, la station S3 qui reçoit les rejets non traités des unités industriels de cette partie de la zone d'étude et la station S6 qui se trouve à l'aval de la ville de Meknès et qui doit traduire; normalement les efforts de l'état en matière de dépollution liquide présentent des niveaux de pollution très remarquable notamment la pollution organique. Les résultats moyens de la DBO₅ dans ces stations varient de 262 à 531 mg/L d'O₂/L. La comparaison des résultats des trois oueds montre que l'affluent Ouislane est le plus pollué et présente une moyenne de DBO₅ de l'ordre de 1054 mg/L d'O₂, l'oued Bouishak présente une valeur de DBO₅ de 275 mg/L d'O₂, l'oued Boufekrane d'une valeur de 197 mg/L d'O₂. La valeur de la DBO₅ à la confluence des trois oueds au niveau de la station S6 est de l'ordre de 531 mg/L d'O₂. La station S5 qui a servi à l'évaluation qualitative de l'oued Boufekrane a affiché une valeur moyenne de DBO₅ de l'ordre de 105 mg/L d'O₂. Le rapport DCO/DBO₅, traduisant la biodégradabilité montre une origine diversifiée de la pollution. Elle est à dominance domestique dans les stations S1, S2, S4 et S5 et d'origine industrielle au niveau des stations S3, S6, S7 et S8.

Mots-clés: R'Dom, Pollution, Meknès, rejet des eaux usées, Paramètres physico-chimiques ; Bactériologiques, Plan d'action communal

Impact of the Meknes Municipal Action Plan (2016-2021) in improving of the water resources quality in the City of Meknes Case of the R'dom river

Baouahi Farid, PhD

Laboratoire écologie et biodiversité des zones humides, Faculté des Sciences de Meknès, Université Moulay Ismail, Maroc

Zine Nacer-Eddine, Pr

Responsable du laboratoire écologie et biodiversité des zones humides, Faculté des Sciences de Meknès, Université Moulay Ismail, Maroc

Abstract

Updating the state of pollution in the R'dom basin is very important for the operators working in the protection and control of water pollution. This

study concerns the updating of the pollution levels at the R'dom River through these tributaries which are Boufekrane, Bouishak, and Ouislane. In fact, a total of 8 stations were used to monitor the spatial evolution of pollution and 5 campaigns to improve temporal variation. The results of this study did not reflect the efforts of the government and the municipality of Meknes in terms of investments relating to the environmental component, particularly in the Boufekrane, which was the subject of the majority of the investments of the state of pollution control in this area. Indeed, three structuring projects were carried out by the city of Meknes to improve the state of water pollution downstream of the city. These projects are The construction in 2009 of the city's sewage treatment plant, which previously discharged untreated wastewater into the Boufekrane river. The second project concerns the city's solid waste landfill and the recycling center, which ended leachate discharges in the same river in 2015. stream. The third structuring project is the construction of the wastewater transport pipes which run alongside the three rivers and which definitively put an end to direct dumping into these rivers. The results of the analyzes showed that the S2 stations which correspond to the discharge point of the city of Boufekrane, the S3 station which receives the untreated discharges from the industrial units of this part of the study area, and the S6 station which is located in the downstream of the city and which should normally reflect the efforts of the city of Meknès in terms of liquid depollution present very levels of pollution, in particular organic pollution. The average BOD₅ results at these stations range from 262 to 531 mg O₂ / L. The comparison of the results of the three rivers shows that the Ouislane river is the most polluted and has an average BOD₅ of around 1054 mg/L of O₂, the Bouishak river has a BOD₅ value of 275 mg/L of O₂, the Boufekrane river with a value of 197 mg / L of O₂. The BOD₅ value at the confluence of the three wadis at station S6 is of the order of 531 mg / L of O₂. Station S5, which was used to evaluate the qualitative assessment of the Boufekrane river, showed an average BOD₅ value of around 105 mg / L of O₂. The COD / BOD₅ ratio, reflecting biodegradability, shows a diverse origin of the pollution. It is predominantly domestic in the stations S1, S2, S4, and S5 and of industrial origin at the stations S3, S6, S7, and S8.

Keywords: R'dom, Pollution, Meknes, dumping raw sewage, Physico-chemical parameters; Bacteriological, Community action plan

1. Introduction

Le Maroc est le 22^{ième} pays le plus stressé par l'eau selon un rapport du World Resources Institute (Frascari et al., 2018). Le stress hydrique du Maroc est défini entre 1.000 et 1.700 mètres cubes d'eau douce disponible par personne et par an, a déclaré la Commission économique des Nations Unies

pour l'Afrique (CEA) (Serra, 2018). D'ici 2025, la sécurité en eau du pays devrait s'aggraver jusqu'à une «pénurie d'eau», avec des prévisions de moins de 1.000 mètres cubes d'eau douce disponible par personne et par an, a déclaré l'UNECA (Bouhia, 2020).

La Région de Fès-Meknès enregistre chaque année des précipitations et des niveaux de neiges assez importants, surtout dans le Moyen-Atlas (El-Bouhali et al., 2020). Toutefois, elle souffre toujours de pénurie d'eau. Pour pallier à cette situation, qui varie d'une province à l'autre mais dont la gravité reste souvent la même, une enveloppe de 120 millions d'euros a été accordée à la Région Fès-Meknès, dans le cadre du programme national d'approvisionnement en eau potable et d'irrigation 2020-2027 (Libération, 2020).

Caractérisé par une forte densité de population, un nombre très important d'unités industrielles, et une croissance socio-économique significative, le bassin versant abritant la ville de Meknès est exposé à un ensemble de pollutions de sources domestique (RADEM, 2020), industrielle (Lekehal, Benzougagh, Boukhari Taleb, & Bouchelta, 2017) ou agricole (Larif, Soulaymani, Hnach, & El Midaout, 2013), qui risquent d'entraver le développement de plusieurs secteurs dans la région (ABHS, 2011).

30 millions de m³ (RADEM, 2020) est le volume moyen annuel des rejets liquides de la ville de Meknès qui sont déversés après traitement par lagunage anaérobie à l'aval de la confluence des oueds Boufekrane et Bouishak qui longent la ville. Pour la pollution industrielle, la ville de Meknès est caractérisée par une activité économique dynamique et localisée principalement aux quatre coins de la ville. Les principales branches industrielles polluantes sont : l'agro-alimentaire (huileries, laiteries, conserveries, production de vin...), et les papeteries (PM, 2015). La majorité des secteurs présentent des émissions relativement constantes au cours de l'année, tandis que les rejets des margines se concentrent principalement sur les mois de Novembre – Février, période de récolte des olives pour les huileries (Abdelkader Chahlaoui, 1996).

Les déchets solides sont également une source de pollution diffuse dont les flux sont difficilement estimables. Les lixiviats ont constitué auparavant une source de dégradation pour les eaux superficielles (Lekehal et al., 2017), surtout en période pluvieuse où les eaux ruisselants à travers les déchets (Talbi et al., 2020), se chargent de polluants et ont contribué significativement à la pollution des eaux de l'oued Boufekrane.

L'évaluation de l'impact de ces sources de pollution dans la zone d'étude a été réalisée en suivant la variation et l'évolution spatiotemporelle des paramètres physico-chimiques et bactériologiques à l'instar de plusieurs études similaires réalisées au Maroc (Abbou, Bougarne, & El Haji, 2020;

Bekri, El Hmaidi, El Mati El Faleh, Essahlaoui, & El Ouali, 2020; Cherifi et al., 2018), et à l'international (Assaad, 2014; Djellit & Habila, 2014).

Les cours d'eau de la zone d'étude (oued R'dom et ses affluents) ont fait l'objet auparavant de plusieurs travaux, aussi bien sur les sédiments que sur les eaux (A Chahlaoui, Ramdani, & Zaid, 1996). L'ensemble des travaux de suivi de la qualité de des eaux réalisés dans la zone d'étude ont montré que la qualité des eaux de l'oued Boufekrane principal affluent de l'oued R'dom à l'aval des villes de Boufekrane et de Meknès sont de très mauvaise qualité (Aboukacem, Chahlaoui, Soulaymani, Rhazi-Filali, & Benali, 2007; Larif et al., 2013).

Face à cette problématique de dégradation de la qualité des ressources hydriques et de l'environnement de la ville de Meknès, l'état à travers le programme d'assainissement liquide (PNA) et le Programme National des Déchets Ménagers (PNDM) a tracé les lignes directrices visant à atténuer cette situation alarmante de la pollution et la préservation de ces ressources. Ces programmes ont visé spécialement l'amélioration des conditions hygiéniques des citoyens et la préservation de l'environnement urbain de la ville de Meknès et de ses alentours (bassin de Sebou).

Au niveau de la ville de Meknès, la commune a élaboré un ensemble de programmes pour la gestion des problématiques de développement dénomés Plan d'action communal (PAC). Ce plan vise entre autres de réaliser un diagnostic mettant en évidence le potentiel économique, social, culturel et environnemental de la Commune et de définir les besoins prioritaires identifiés, en concertation avec la population, les administrations et les acteurs concernés, prenant en considération l'approche genre. Cependant ce plan avec l'apparition de la pandémie covid19 connaît un retard important dans la réalisation de ses projets prévus à cause des restrictions financières sévères imposées par l'état sur les collectivités locales cette contrainte de force majeure rend difficile son évaluation.

Cette étude a pour objectif d'actualiser l'évaluation de l'état qualitatif des eaux le long de l'oued R'dom après l'achèvement des programmes PNA et PNDM visant respectivement le volet assainissement et les déchets solides et aussi les programmes visant la composante environnement du PAC. Pour ce faire, huit stations ont été choisies pour l'étude physico-chimique et bactériologique de ce cours d'eau de l'amont : source Maarouf à l'aval après confluence avec l'oued Ouislane durant la période étalée d'Octobre 2018 à Janvier 2020.

2. Matériel et Méthodes

2.1 Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude est caractérisée par une situation géographique remarquable (Figure.1) est localisée entre deux ensembles montagneux, le

Prérief et le Moyen-Atlas Occidental. Cette zone se caractérise par deux grands ensembles géographiques à savoir :

La plaine du Saïss notamment la partie du plateau de Meknès et les collines prériefaines de Zerhoun (Martin, 1973). De point de vue géomorphologique le plateau de Meknès représente environ les 2/3 du Saïss. (Figure.2) Il s'étend sur 80 km d'Ouest en Est et sur 30 km du Nord au Sud, ses limites sont assez étroitement liées à l'extension des calcaires lacustres qui affleurent (Essahlaoui, 2000). Ainsi il est délimité :

- Au Nord par les collines et rides Prériefaines argilo-marneuses ;
- Au Sud par le Causse Moyen-Atlasique calco-dolomitique ;
- A l'Est par la plaine calcaire de Fès, enfoncée de 100 m environ ;
- A l'Ouest par l'oued Kell et par la vallée de l'oued Beht qui se prolonge par le plateau central essentiellement schisteux.

Les altitudes au sein de la zone d'étude sont aux alentours de 530 m.

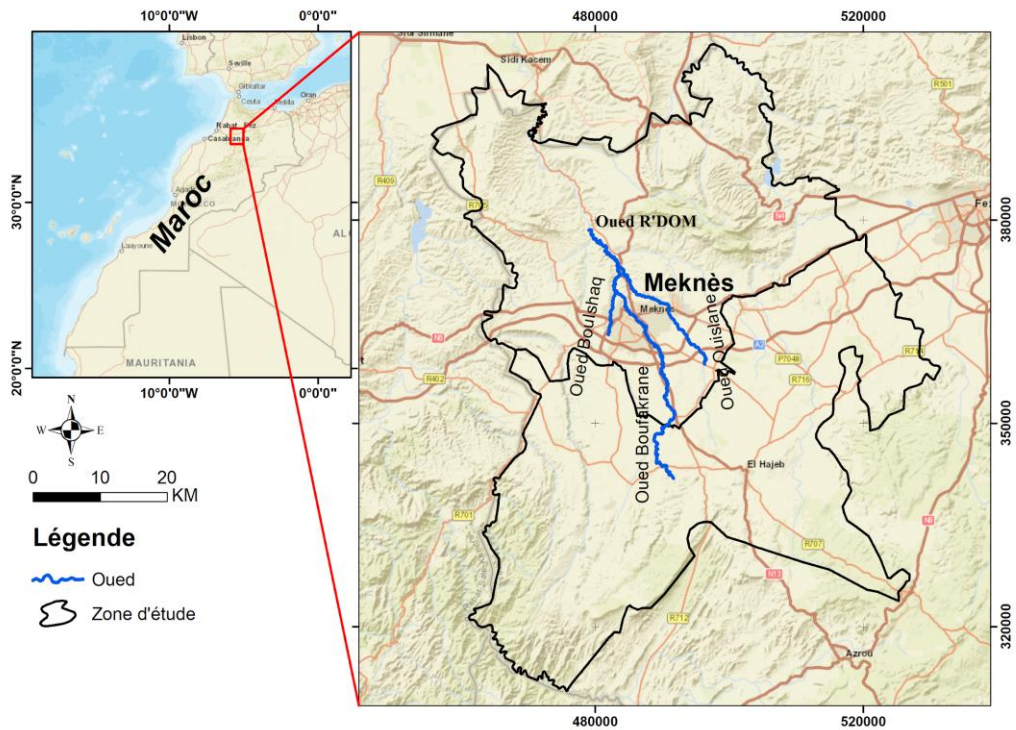


Figure.01 : Localisation de la zone d'étude

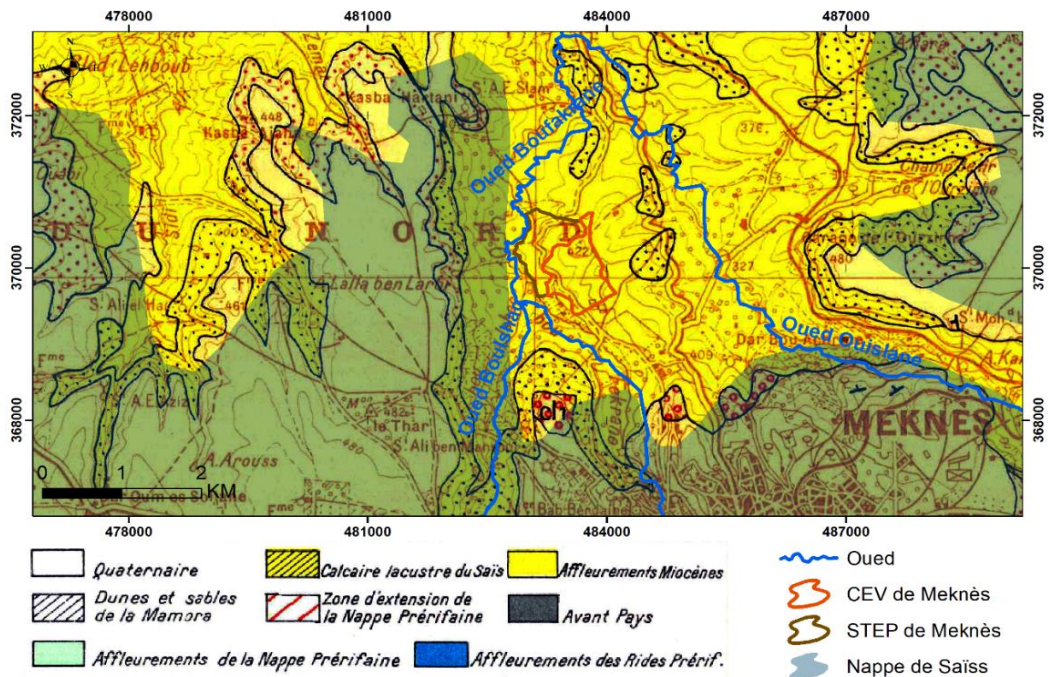


Figure.02 : Situation de la zone d'étude sur carte géologique

Les réserves de la région en eaux souterraines sont considérées comme modestes vu l'abondance de formations géologiques imperméables évitant la pénétration des eaux de pluies ou de neiges fondues (El Hafyani et al., 2020). Cependant, la région d'étude recèle un ensemble d'étendues d'eaux souterraines à savoir la nappe de Saïss dont la limite Nord est située à quelques centaines de mètres du site de la décharge. Cette réserve comprend un aquifère profond et un aquifère phréatique séparés (Essahlaoui, A.2000). La surexploitation de ces deux nappes et les sécheresses répétitives ont conduit à la baisse de la pression des forages artésiens, la chute des niveaux piézométriques (2,8 m/an) et le tarissement des sources (ABHS, 2011). La zone d'étude est principalement traversée par trois Oueds à savoir : Ouislane, Boufekrane et Bouishak (Figure.3). Les principaux débits d'étiage des oueds de la zone sont (ABHS, 2006) :

- Le débit de l'oued Ouislane, qui subit peu de variations journalières, est sensiblement constant entre l'amont et l'aval : 160 L/s en amont et 210 L/s en aval (ABHS, 2006);
- Le débit amont de l'oued Boufekrane, qui s'avère sensiblement constant au cours de la journée, est voisin de 150 L/s. Dans sa zone aval, après traversée de Meknès, ce débit augmente pour atteindre 230 L/s. Une forte

hétérogénéité est toutefois constatée traduisant des apports et l'utilisation pour l'irrigation ;

- Le débit des oueds Bouishak et Boufekrane atteint environ 480 L/s (ABHS, 2006).

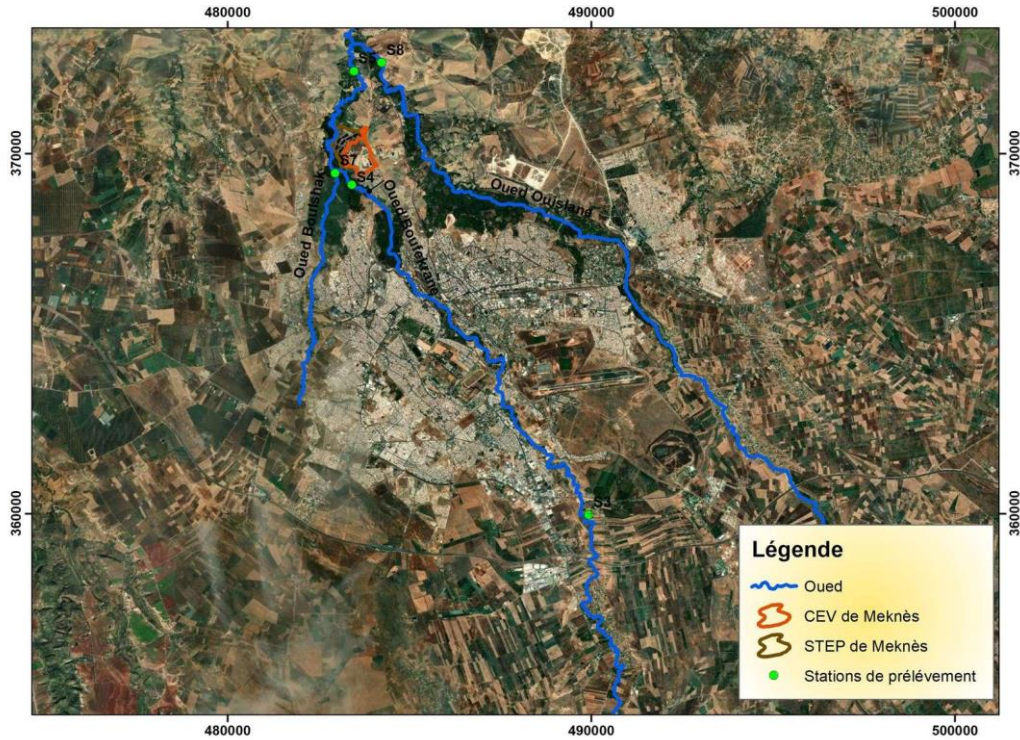


Figure. 03: Situation des cours d'eau de la ville de Meknès

De point de vue climatique, la zone d'étude est caractérisée par un climat du type méditerranéen, semi-continentale tempéré. Le régime des précipitations, les températures, les vents, l'insolation et la nébulosité sont favorables à l'agriculture (Larbi, Mohammed, & Asmae Baba, 2020).

La figure 4 présente les précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la station de Meknès entre 1988 et 2017. Elle montre que plus de 93% des précipitations tombent entre Octobre et Mai. L'hiver reçoit près de 40% de la pluviométrie moyenne annuelle et le mois le plus pluvieux est décembre (71 mm soit environ 15% de la pluviométrie moyenne annuelle). L'automne et le printemps reçoivent presque la même part de la pluie avec respectivement 29% et 28% de la pluviométrie moyenne annuelle.

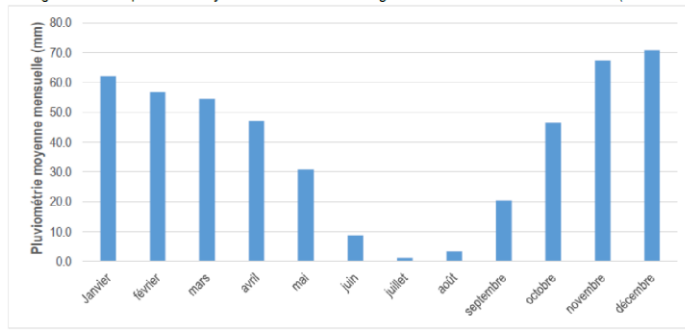


Figure.04 : Précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la station de Meknès (1988-2017) Source : Direction de la météorologie nationale (DMN)

La pluviométrie de la région de Meknès est caractérisée par une grande variabilité interannuelle (Demerre, 2017). La moyenne interannuelle calculée sur la période d'observation au niveau de la station de Meknès est de l'ordre de 468 mm. Sur la figure 4 on constate que la pluie annuelle enregistrée durant ces dernières années (à partir de 2014), est en dessous de la moyenne. La figure 05 montre l'évolution de la pluviométrie annuelle enregistrée dans la station de Meknès entre 1988 et 2017.

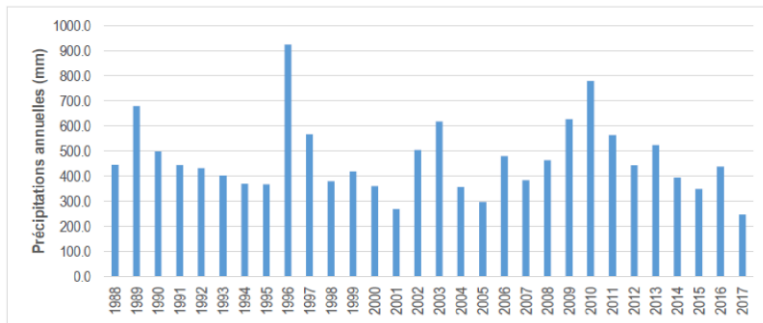


Figure.05 : Précipitations annuelles enregistrées dans la station de Meknès (1988-2017) Source : Direction de la météorologie nationale (DMN)

S'agissant de la température, la zone d'étude est caractérisée par une grande variabilité interannuelle (Demerre, 2017), avec une tendance à la hausse à partir de 2013. La température moyenne interannuelle est de l'ordre de 17,8°C. La répartition des températures moyennes mensuelles montre que le mois le plus chaud est Août (26.4°C) et le mois le plus froid est Janvier (10.3°C). Ces températures moyennes mensuelles s'élèvent graduellement à partir du mois de janvier et évoluent en un caractère estival aux mois de juillet et août (Figure. 6).

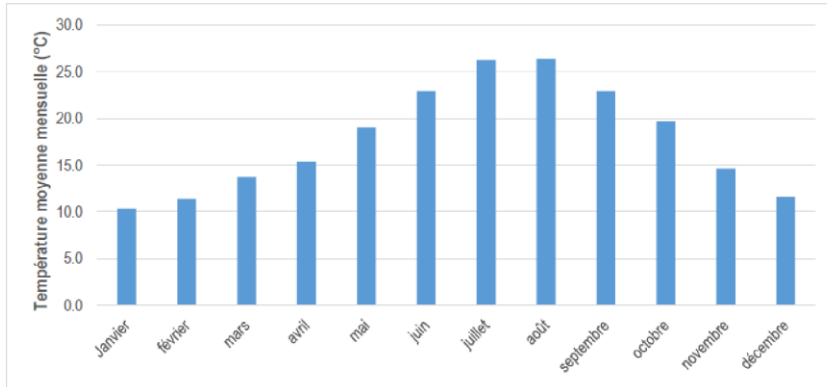


Figure.06 : Températures moyennes mensuelles enregistrées dans la station de Meknès (1988-2017)

L'étude de la rose des vents de la ville de Meknès (Figure 07) montre l'importance des vents soufflant d'Ouest, du Nord-Ouest et du Nord-Est (Rhazi, 2017). Ces vents ont des moyennes de 28, 34,9 et 19,4% de l'ensemble des directions.

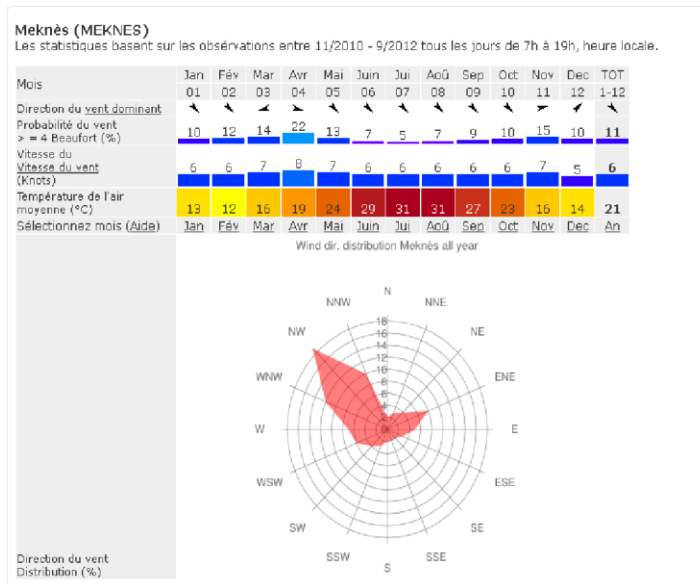


Figure.07: Rose des vents de la Préfecture de Meknès

L'analyse du diagramme de l'évolution de la population (figure 8) montre que la population globale de la ville de Meknès passera d'environ 663 200 habitants en 2014 (HCP, 2014) à environ 766 800 habitants en 2023, 820 000 habitants en 2028 et atteindra environ 950 200 habitants en 2040 (RADEM, 2020). La population de la commune de Meknès atteindra en 2025 environ 551 000 habitants. Et en 2040, la population sera d'environ 950 205 habitants (RADEM, 2020).

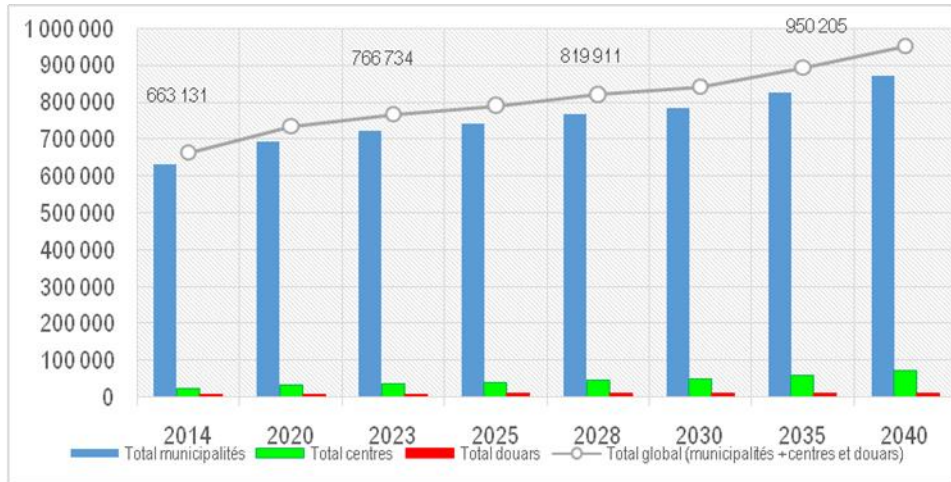


Figure 08: évolution de la population globale de la zone d'étude

Les études sur la demande en eau potable de la ville de Meknès (figure 9) montrent une augmentation de l'accroissement de la population de la zone d'étude qui sera accompagnée d'une forte demande en eau de la ville de Meknès suivant les projections de la RADEM. En 2019, cette demande été de l'ordre de 44 millions de m³ (RADEM, 2020) dont la totalité est assurée par les forages profonds et les sources de l'aquifère de Saiss (ABHS, 2011). Les besoins globaux en eau de pointe à la distribution de la zone d'étude sont d'environ 1 946 L/s en 2020 et augmenteront linéairement pour atteindre 2097 L/s à l'horizon 2040 (RADEM, 2020).

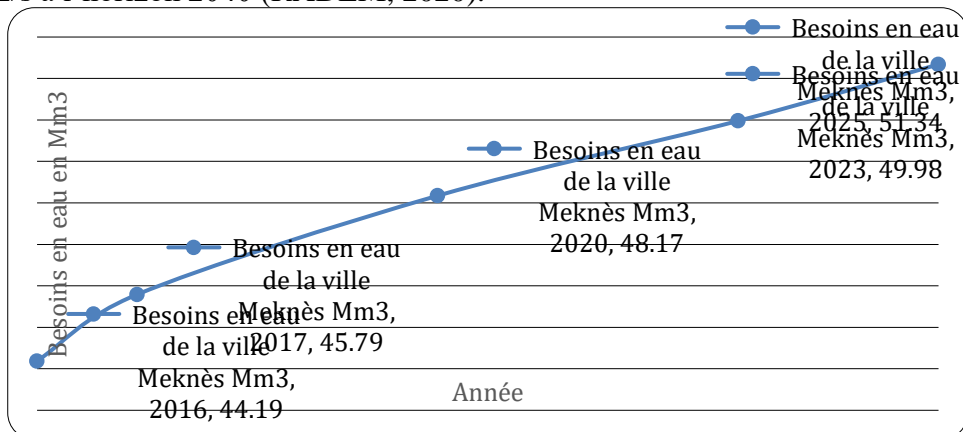


Figure 09 : Evolution et projections de la demande en eau potable de la ville de Meknès

Les rejets de la ville de Meknès sont collectés par le réseau d'assainissement de la ville qui est structuré autour du tracé des trois oueds traversant le tissu urbain de la ville : Ouislane à l'Est, Boufekrane au Centre et Bouisshak à l'Ouest (figure.10). Ce réseau s'étale sur un linéaire de 1400 kilomètres de collecteurs principaux, secondaires et tertiaires (RADEM,

2020). Les rejets liquides de la ville de Meknès sont traités dans une station d'épuration de type lagunage anaérobie située au Nord de la ville à proximité de l'actuelle décharge, alors que les rejets liquides de la ville de Boufekrane situé en amont de la zone d'étude sont déversés directement dans l'oued portant le même nom sans aucun traitement préalable.

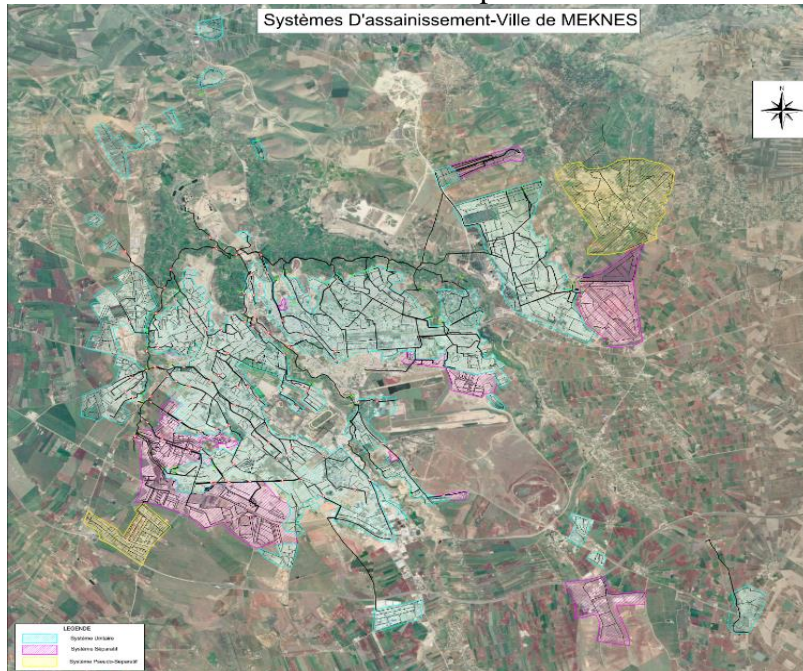


Figure 10 : Structure du réseau d'assainissement de la ville de Meknès

Les industries agroalimentaires dominent les activités industrielles (huileries et conserveries), suivi du textile et de la chimie. Meknès possède d'ailleurs 10% de la capacité de production nationale d'huile d'olive. En plus des déchets solides, ces industries génèrent aussi une charge organique importante rejetées sans aucun traitement préalable au réseau public de collecte des eaux usées. La figure 11 illustre la situation des zones industrielles de la zone d'étude.

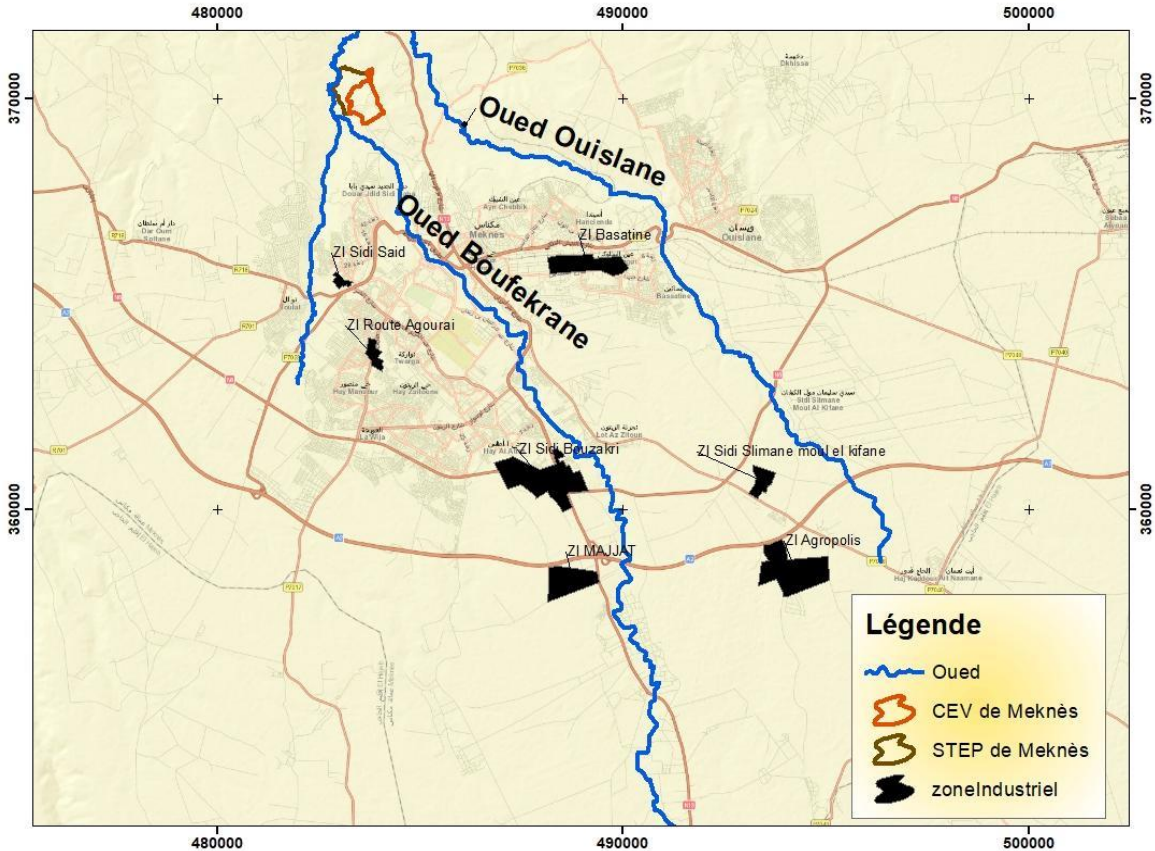


Figure 11 : Localisation des zones industrielles existantes et en cours de réalisation

S'agissant des déchets solides, la ville de Meknès est dotée depuis janvier 2014 d'un centre d'élimination et de valorisation de la ville de Meknès (CEV) s'étalant sur une superficie de 56 hectares. Il est composé de :

- Un Centre de tri Composé d'un hangar de tri de 3000 m² et d'une plateforme logistique de 3000m²,
- Un process de traitement des lixiviats par un procédé industriel associant un bioréacteur à membranes d'ultrafiltration et une station de filtration par osmose inverse avec déshydratation des boues et traitement thermique des concentrâts. Ce process de traitement des lixiviats a permis de traiter un volume annuel de 30 000 m³ en 2015. En juillet 2020, la quantité des lixiviats traitées est d'environ 160 m³/j (soit 58 400 m³/an) (Suez, 2019).

La moyenne journalière des quantités de déchets collectés est de l'ordre de 550 T/j dont 11T/j en provenance des unités industrielles et commerciales de la ville. La composition globale des déchets à la décharge de

la ville de Meknès est dominée par les déchets organiques (figure 12). (Suez, 2019).

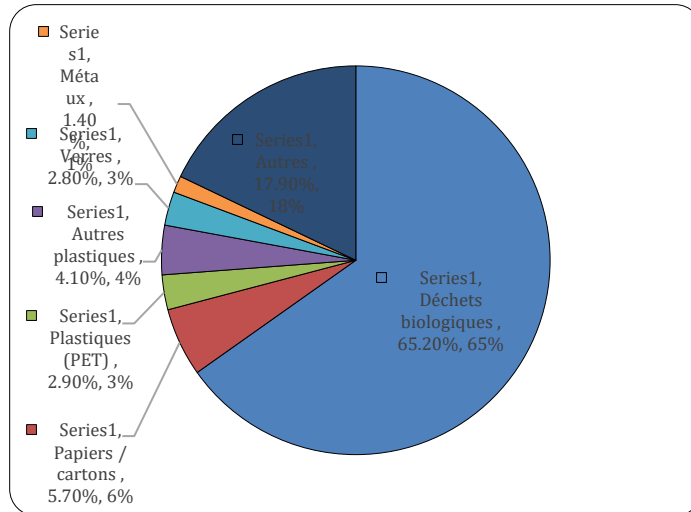


Figure 12 : Composition globale des déchets enfouis à la décharge de la ville de Meknès
Choix des stations de prélèvement

2.2. Méthodologie

Pour décrire l'état de pollution au niveau de la zone d'étude et évaluer l'impact des rejets de l'ensemble des pressions exercés sur les cours d'eau de la zone d'étude, une caractérisation physico-chimique et bactériologique a été effectuée. Au total, huit stations ont été choisies : Six stations (S1, S2, S3, S4, S5 et S6) qui correspondent à des prélèvements effectués dans l'Oued Boufekrane depuis la source d'Ain Maarouf à son aval au niveau du CEV et la station d'épuration de la ville de Meknès. L'état de la qualité de l'oued Bouishak a été évalué à travers la station S7 localisée avant la confluence de ce cours d'eau avec l'oued Boufekrane. La station S5 a servi pour l'évaluation de la charge polluante des deux cours d'eau Boufekrane et Bouishak avant leurs confluences avec l'oued Ouislane dont la charge polluante a été évaluée au niveau de la station S8. La station S6 donne l'évaluation globale des charges polluantes déversées par la ville de Meknès comprenant aussi les rejets de la ville de Boufekrane. Le repérage des stations utilisées dans ce travail est donné dans la figure 13.

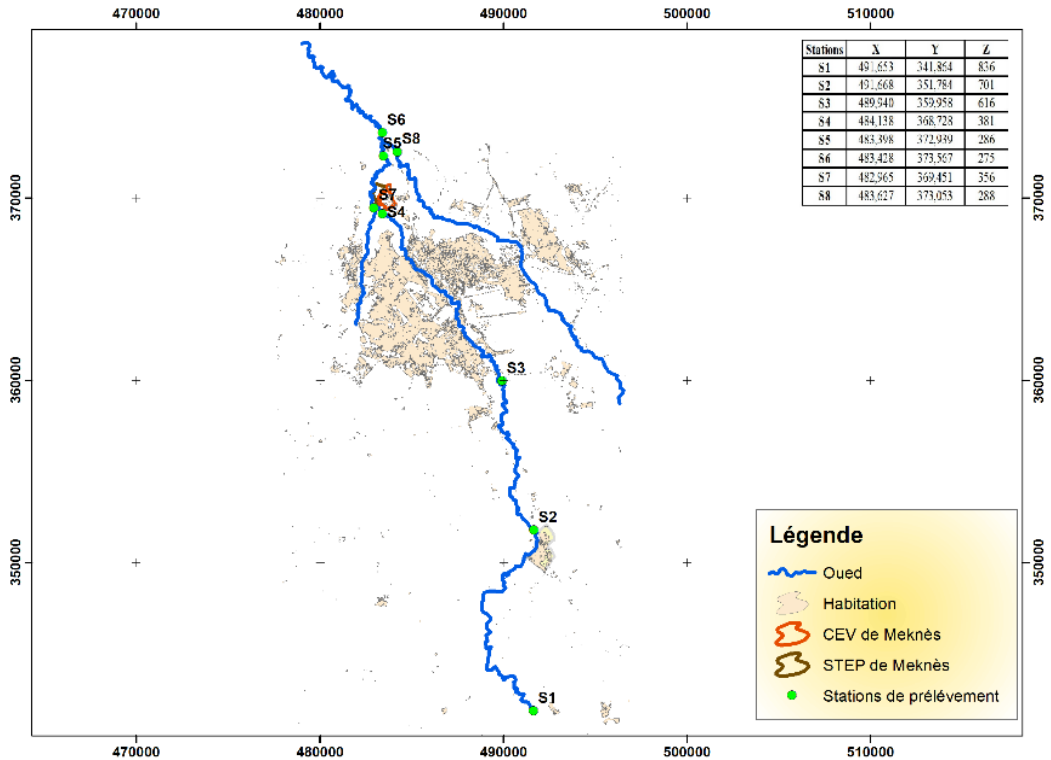


Figure 13 : Carte des situations de prélèvement

2.3 Echantillonnage et analyses

Un échantillonnage a été effectué durant la période “Octobre 2018 – Octobre 2020”. Pour les analyses physico-chimiques, le prélèvement des eaux a été effectué dans des bouteilles de 1,5L, à partir des stations d’études (voir figure 13). Pour l’analyse bactériologique, les échantillons d’eau sont prélevés dans des flacons stériles à bouchons rodés, d’une capacité de 500 mL. Le transport au laboratoire des flacons de prélèvement a été effectué dans une glacière à basse température ($\pm 4^{\circ}\text{C}$). Au total, 10 paramètres de pollution ont été mesurés. L’étude physico-chimique des eaux a porté sur la détermination du pH, la température ($^{\circ}\text{C}$), de la conductivité (en $\mu\text{S}/\text{cm}$), la concentration de l’ion ammonium (en mg/l), l’oxygène dissous (mg d’oxygène par litre), la demande chimique en oxygène (DCO) (en mg d’oxygène/L), et la demande biochimique en oxygène du cinquième jour (DBO_5) (en mg d’oxygène/L). Les méthodes utilisées sont celles citées par (Rodier & Legube, 2009).

La caractérisation physico-chimique des prélèvements a été réalisée sur deux niveaux. Le premier a concerné les mesures in-situ : la température de l’eau, le pH, la conductivité et l’oxygène dissous. Le deuxième a été réalisé au niveau du laboratoire et a concerné une partie des analyses d’évaluation

des charges polluantes et les indicateurs de la pollution organique et minérale (Ndrianirina, Razanamparany, & Ramanantsizehena, 2020). Les ions ammoniums ont été dosés par spectrophotométrie (Rodier & Legube, 2009). Le dénombrement des bactéries indicatrices de la contamination fécale : coliformes totaux (CT), coliformes fécaux (CF) et streptocoques fécaux (SF), ont été réalisés selon les techniques décrites par (Rodier & Legube, 2009).

3. Résultats et discussion

3.1 Situation de la pollution organique et physico-chimique de la zone d'étude

La température

La variabilité spatio-temporelle des températures des eaux des cours d'eau de la zone d'étude a montré un gradient croissant de l'amont (Ain Maarouf) à l'aval de l'oued R'dom (S6) (Figure.14). La station S1 affiche une moyenne de 15,44°C, alors que S6 affiche une valeur moyenne de 29.72 °C. Le maximum 31.58 °C a été enregistré sur la station S8 qui correspond à l'oued d'Ouislane. Le premier virage ascendant de la température de l'oued a été enregistré sur la station S2 qui regroupe les rejets non traités de la ville de Boufekrane, cette station a affichée une valeur moyenne de 27.21°C. Les variations saisonnières de la température des eaux de l'oued sont négligeables et sont influencées par les déviations des rejets des eaux usées brutes de la ville de Boufekrane, des eaux traitées de la ville de Meknès et des rejets industriels des unités qui déversent directement dans les cours d'eau alimentant l'oued R'dom.

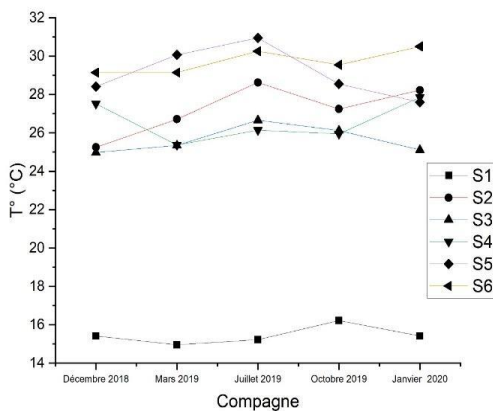


Figure 14 : Evolution spatiotemporelle de la température

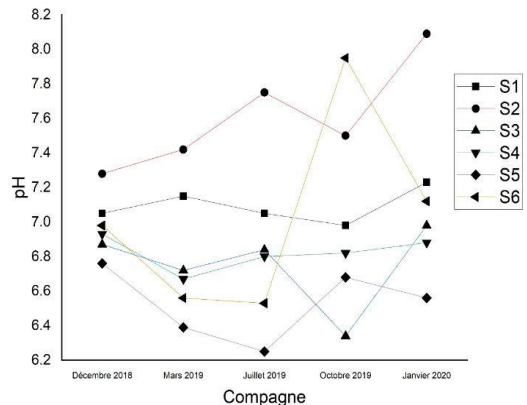


Figure 15 : Evolution spatiotemporelle du pH

Le pH

Le suivi du paramètre pH sur les huit stations a mis en évidence l'impact des rejets industriels sur les trois cours d'eau alimentant l'oued R'dom. En effet, on a constaté une acidification des trois oueds notamment durant la période de trituration l'huile d'olive qui commence en mois d'octobre et s'étale jusqu'à la fin du mois de février. En effet cette période connaît des déversements importants illicite des bassins de stockage des margines. Les valeurs moyennes du pH varient de 7.10 dans la station S1 à 6.78 à la station S6 qui englobe l'ensemble des déversements des villes de Boufekrane et de Meknès y compris les déversements des unités industrielles non raccordées au réseau d'assainissement (Figure 15). L'acidification maximale a été enregistrée dans la station S5 (6.52) qui englobe les rejets traités de la station communale et du centre d'enfouissement et de valorisation des déchets de la ville de Meknès.

Les régressions du pH constatées sur les stations S5 et S6 pourraient être justifiées par la présence des bactéries acidophiles dans les rejets traités de la STEP et aussi par les apports pollués transités par l'oued Ouislane qui draine les eaux usées des unités d'agroalimentaire localisées dans la zone industrielle de Sidi Slimane mouk Kifane.

En effet, l'hydrologie de l'oued Boufekrane a connu depuis quelques années un changement de ces caractéristiques physiques et chimiques à l'amont de la ville de Meknès par la création d'un lac réservoir sur ce cours d'eau. Ce plan vaste qui occupe les anciennes carrières permet une homogénéisation des apports de l'oued, ce qui donne un gradient constant des paramètres de température, de pH et de conductivité électrique à la station de référence de ce travail (S1). Ces valeurs sont aussi influencées par les actions de vandalisme des eaux usées de la ville de Meknès traversant la ville à des fins d'irrigation. (Dahbi & Messaoudi, 2020; El Addouli et al., 2009). L'achèvement de l'opération de trituration et acidification des rejets peut aussi être à l'origine des pics constatés en Mars (Larif et al., 2013). Le pic d'acidification constaté lors de la campagne de juillet pourrait être dû au préparatif de certaines grandes unités de trituration par la vidange complète des bassins de stockages.

Conductivité

La conductivité renseigne sur la minéralisation globale et sur la salinité, elle varie de 771 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (S1) à 7562 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La conductivité des eaux de l'oued R'DOM évolue suivant un gradient croissant de l'amont (S1) à l'aval (S6) (Figure.16). En effet, la station S1 a enregistré la plus faible valeur de conductivité (771 $\mu\text{S}/\text{cm}$) alors la station S6 affiche une moyenne globale de 4218 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cet accroissement de la valeur de conductivité se justifie par une minéralisation importante influencée par les pollutions d'origine anthropiques

notamment la pollution industrielle des unités localisées en amont de la ville de Meknès et sur la rive droite de l'oued Ouislane. Cette valeur en baisse par rapport aux résultats affichés par (Aboukacem et al., 2007; Larif et al., 2013; Lekehal et al., 2017) est en relation avec la réalisation de la commune de Meknès d'une unité de traitement des lixiviats du CEV qui affichait des valeurs dépassant les 70000 μS . La variation inter mensuelle a été mise en évidence par une augmentation de cette variable durant les périodes estivales et une régression lors des périodes hivernales. Durant la saison d'été, on a constaté une élévation de ce paramètre, due certainement à la forte évaporation et au faible débit d'été drainé par les trois oueds. En hiver la diminution de la conductivité pourrait être expliquée par le phénomène de dilution que connaît l'oued, suite, aux précipitations en période hivernale.

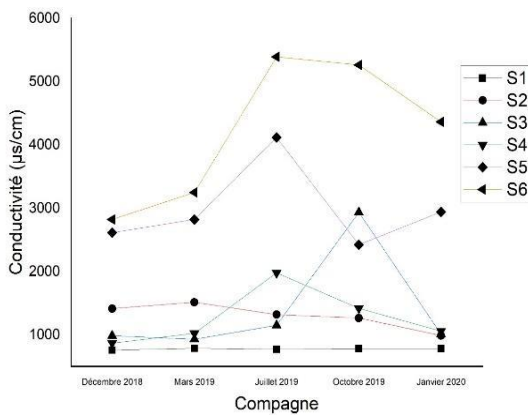


Figure 16 : Evolution spatiotemporelle de la conductivité

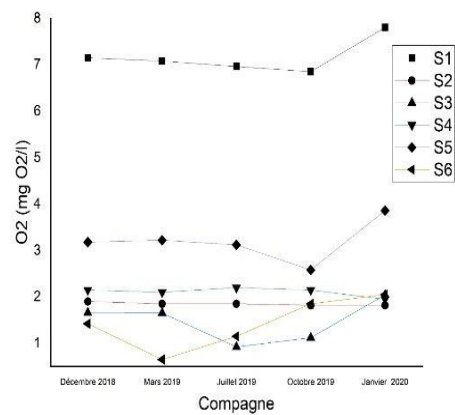


Figure 17 : Evolution spatiotemporelle de l'oxygène dissous

L'oxygène dissous

L'analyse des résultats de suivi de l'oxygène dissous (Figure 17) a montré un gradient décroissant de l'amont qui a affiché une valeur moyenne de 7.16 mg/L à l'aval qui reçoit l'ensemble des rejets de la ville de Meknès, notamment la station S6 qui a enregistré une moyenne des valeurs de l'ordre de 1.42 mg/L.

Un premier virage décroissant est enregistré sur la station S2 qui englobe les rejets de la ville de Boufekrane (1.84 mg/L).

Une première régénération de l'oxygène dissous a été remarquée sur la station S4 affichant une valeur de 2.11 mg/L suivi d'une deuxième au niveau de la station S5 qui reçoit les eaux traitées de la station d'épuration de la ville de Meknès.

Un deuxième virage a été repéré sur la station S6 affichant une valeur de 1.42 mg/L impacté les effluents non traités en provenance des unités

industrielles situées sur la rive droite de l'oued Ouislane dont la station de prélèvement (S8) affiche une valeur moyenne de 0.61 mg/L.

Ion ammonium

Les résultats des analyses de l'ion ammonium ont traduit le degré de pollution lié aux activités anthropiques pratiquées le long de la zone d'étude. Le minimum a été affiché sur la station S1 par une valeur moyenne de 0.048 mg/L, le maximum a été enregistré sur la station S6 par une valeur de 11.15 mg/L (Figure.18). Ce gradient croissant de l'amont à l'aval qui reçoit l'ensemble des rejets de la ville de Meknès, traduit l'état de déversement des rejets traités et non traités de la ville. Le premier point de pollution a été identifié au niveau de la station S2 qui englobe les rejets de la ville de Boufekrane. Une nette amélioration s'est produite au niveau des stations S3, S4 et S5 avec des valeurs respectives de 6.31 mg/L, 1.48 mg/L et 4.51 mg/L. la valeur de ce paramètre a encore été revue à la hausse au niveau de la station S6 qui a affiché une valeur de 11.15 mg/L. Cette haute valeur a été influencée par les rejets en provenance de l'oued Ouislane (S8) qui a affiché le maximum par une concentration moyenne de l'ordre de 16.60 mg/L.

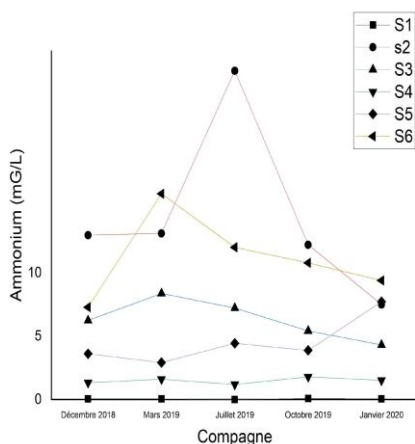


Figure 18 : Evolution spatiotemporelle de l'ion ammonium

La DCO et DBO₅ :

L'analyse des résultats de la DCO des stations étudiées a montré (Figure.19) une relation de causalité entre ce paramètre et l'influence anthropique exercée sur les cours d'eau traversant la ville de Meknès. En effet, la station S1 qui représente la source Ain Maarouf affiche les plus faibles taux de DCO (6.12 mg d'oxygène /L) liés principalement à l'activité d'abreuvement des bétails et aux opérations de lavage des légumes pratiquées à proximité de la source. Le premier virage élevé a été affiché sur la station S2 (524 mg d'oxygène /L) qui englobe les rejets non traités de la ville de

Boufekrane. Entre cette station et la station S3 situées à une dizaine de kilomètres nous n'avons pas constaté l'effet de l'autoépuration sur la qualité de l'oued. Les investigations menées sur le terrain ont montré la présence de rejets liquides industriels en amont de cette station. L'étang d'eau situé en amont de la ville de Meknès sur l'oued Boufekrane assure en partie l'autoépuration de ce cours d'eau qui se reflète par une diminution de la DCO sur la station S4 qui affiche une valeur moyenne de 291 mg d'oxygène/L. La station S5 qui englobe les rejets de la station d'épuration des eaux usées et la station du CEV de la ville de Meknès a affiché une valeur de 230 mg d'oxygène/L. Puis des hausses considérables sur la station S6 (654 mg d'oxygène /L) ce qui prouve que la station S8 englobant les rejets de l'oued Ouislane contribue négativement à la re-pollution de ce cours d'eau par la présence de rejets industriels qui déversent directement sur l'oued.

La dilution de la pollution n'a pas été mise en évidence par le suivi de l'évolution de la DCO. Ceci pourrait être expliqué par les périodes de sécheresses enregistrées durant ces deux dernières années.

Comme la DCO, la DBO₅ suit un gradient croissant depuis l'origine de l'Oued S1 qui affiche une valeur moyenne de 2.83 mg d'oxygène/L pour atteindre son maximum sur la station S6 qui a enregistré une valeur de 531 mg d'oxygène/L. Le premier virage a été enregistré sur la station S2 qui affiche une valeur moyenne de 262 mg d'oxygène/L, suivi d'une augmentation sur la station S3 affichant une valeur moyenne de 423 mg d'oxygène/L (Figure.20). L'analyse du ratio DCO/DBO₅ de cette station affiche une valeur moyenne de 1,24. Cette valeur indique la présence de rejets provenant d'industries agroalimentaires caractérisés par une DBO₅ élevée.

En plus des rejets industriels situés en amont des stations S3 et S6, nous avons aussi remarqué une augmentation automnale considérable de la DBO₅. Cette hausse pourrait s'expliquer par les lessivages des sols liés aux premières pluies et probablement à certains rejets illicites de margine stockés dans les unités de trituration. La valeur élevée enregistrée sur la station S5 (105.22 mg d'oxygène/L) est fortement liée aux rejets des unités industriels branchés directement sur l'oued Bouishak et qui opèrent dans l'agroalimentaire.

A la station S4 (197.31 mg d'oxygène/L), l'autoépuration influencée par l'étang de l'oued Boufekrane en aval de la station S3 a permis à l'oued d'améliorer ces caractéristiques par un abattement d'environ 53% de la pollution exprimée en DBO₅.

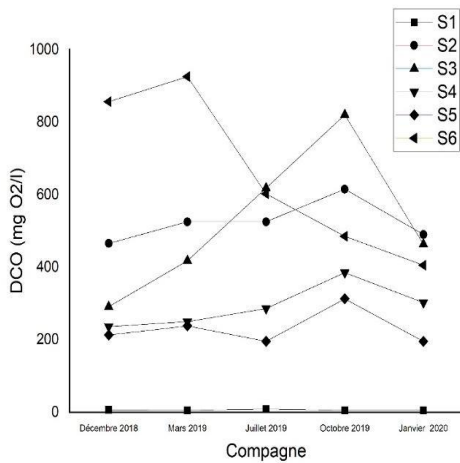
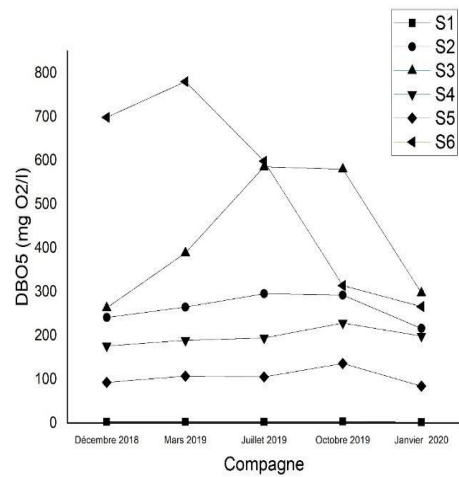


Figure 19 : Evolution spatiotemporelle de DCO



la **Figure 20 :** Evolution spatiotemporelle de DBO₅

la

3.2 Situation de la pollution bactériologique des affluents d'oued R'dom

La charge bactérienne en coliformes totaux (Figure.21), coliformes fécaux (Figure.22) et streptocoques fécaux (Figure.23), présente des fluctuations irrégulières de l'amont à l'aval, avec des teneurs maximales au niveau des stations S2, S5 et S6 qui reçoivent directement le maximum de rejets d'eau usée traitée ou non traitée. Ces résultats sont identiques aux résultats des travaux antérieurs (Abrid, El Hmaid, Abdallaoui, Fassi Fihri, & Essahlaoui, 2011).

La variation temporelle des moyennes en période printanière et estivale est plus marquante pour l'ensemble des stations. Les charges bactériennes les plus fortes ont été enregistrées durant les campagnes de Mars et de juillet qui connaissent des températures élevées et qui favorisent la prolifération bactérienne comme il a été enregistré par les travaux de (Aboukacem et al., 2007; Abrid et al., 2011; Abdelkader Chahlaoui, 1996). En effet, l'ensoleillement favorable est un facteur qui favorise la multiplication des bactéries et leurs enrichissements par les phénomènes physiques adsorption, activation biologique, dilution, dispersion et sédimentation (Rodier & Legube, 2009). L'origine de la pollution a été aussi mise en évidence à travers le facteur R reliant les SF et CF (Figure.24). l'analyse des résultats de ce facteur montre une relation significative des rejets liquide des villes Boufekrane et Meknès avec l'augmentation de ce ratio qui affiche un maximum dans les stations S2 et S5 contre un minimum affiché dans la station S1 de référence dont la pollution ne peut être que d'origine

animale. Ce constat a été observé lors de nos visites à cette station (S1) qui sert d'abreuvoir du cheptel de la population riveraine de cette station.

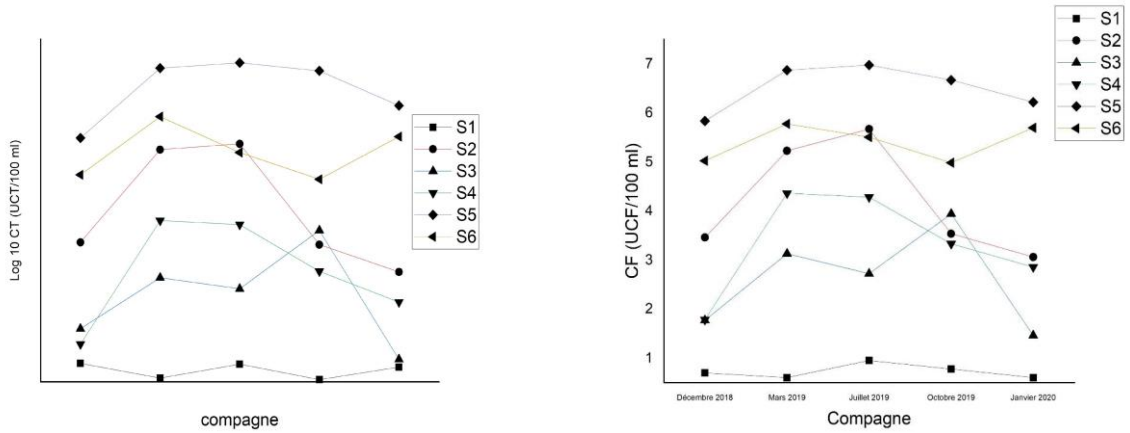


Figure 21 : Evolution spatiotemporelle de la charge des coliformes totaux

Figure 22 : Evolution spatiotemporelle de la charge des coliformes fécaux

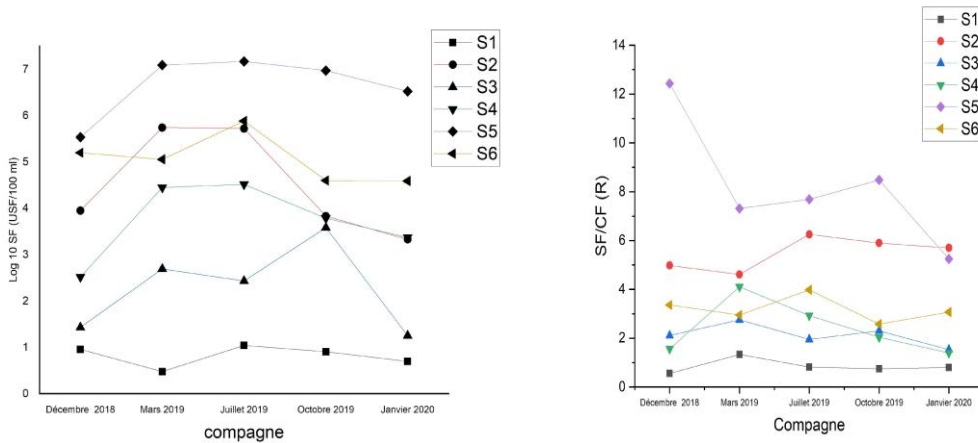


Figure 23 : Evolution spatiotemporelle de la charge des streptocoques

Figure 24 : Evolution spatiotemporelle à travers le ratio R reliant les streptocoques fécaux et les coliformes fécaux

3.3 Impact des apports des oueds Bouishak et Ouislane sur la qualité des eaux de l'oued R'dom (S5 et S6)

Les résultats des analyses du cours d'eau principale de l'oued Boufekrane-R'dom ont montré un gradient progressif de la pollution depuis la source (S1) à la station S6. Ce gradient présente une chute au niveau de la station S5 concernées par les rejets de la ville de Meknès. Toutefois, nous avons observé une augmentation conséquente inexplicable sur la station S6 qui nous a poussés à élargir la zone d'étude en intégrant les deux autres biefs de l'oued R'dom : Oued Ouislane et Oued Bouishak. Les analyses réalisées

sur les deux affluents de l'oued R'dom : (S8) et (S7) ont montrées que leurs qualités respectives présentent une forte charge de pollution dont la variation temporelle est dépendante des activités de pollution exercées aux abords de ces deux oueds. En effet, l'oued Ouislane reçoit l'ensemble des rejets liquides de la zone industrielle de Sidi Slimane moukifane qui abrite un ensemble de sociétés d'agroalimentaire dont la charge de pollution est jugée très importante notamment les charges organiques et bactériennes.

Une comparaison entre les stations a été réalisée pour identifier les sources de l'augmentation considérable des charges de pollution constatées au niveau de la station S6.

En effet, nous avons étudié d'une part, les liens de causalités entre les stations S5 S6 et S8 et d'autre part les liens entre les stations S4, S7 et S5.

Ces résultats montrent que l'oued Bouishak contribue à une augmentation respective de 273% et 202% pour la charge en DBO₅ et en DCO. Aussi il a été remarqué une régression de 37% l'oxygénation de l'oued Boufekrane à cause du taux d'oxygène dissous des apports de l'oued Bouishak.

S'agissant de la station S6, l'analyse des résultats détaillée de cette station et leur confrontation aux résultats de la station S8 montre que les apports évalués à ce point contribuent à une augmentation de la charge polluante de l'effluent principale de R'dom recevant les rejets de la ville de Meknès. Cette augmentation est de l'ordre de 203% pour la DBO₅, 231% pour la DCO, 135% pour la conductivité et 139% pour les ions NH₄⁺. Aussi, les effluents de l'oued Ouislane évalués qualitativement par la station S8 contribuent à un appauvrissement de la teneur en oxygène de l'oued R'dom au niveau de la station S6.

La confrontation des analyses des stations montre clairement une dégradation de la qualité de l'oued R'dom à l'aval de la ville de Meknès. Cette dégradation est principalement influencée par les apports de l'oued Ouislane qui draine les rejets non traités des unités industrielles opérantes dans le secteur de l'agroalimentaire.

Conclusion

Cette étude a montré que l'efficacité des projets de développement menés par la commune pour la réhabilitation de l'état qualitative de l'environnement de la ville de Meknès reste tributaire des mesures d'urgences qui doivent être menées au niveau des oueds Ouislane et Bouishak qui reçoivent des rejets industriels des unités d'agroalimentaire sans aucun traitement préalable. Aussi il est primordial pour la réhabilitation de l'état de l'oued Boufekrane qui assure le remplissage de l'un des monuments marquant de la ville de Meknès qui est le bassin de Swani et de mener des opérations urgentes pour l'épuration des rejets pollués de la ville de Boufekrane et les

unités industrielles situées sur ce cours d'eau et qui déversent des flux importants et fortement chargés en matière organique.

A l'heure actuelle, les eaux émanantes de la ville de Meknès au niveau de la station S6 ne satisfait pas les critères sanitaires de réutilisation en irrigation. Pour cette raison, les décideurs locaux partageant les ressources superficielles étudiées sont amenés à élargir et doubler leurs efforts en matière de collecte et de traitement des rejets industriels l'épuration des eaux usées de la ville de Boufekrane ainsi que le traitement secondaire et tertiaire au niveau de la station d'épuration de Meknès qui sont en cours d'étude par l'établissement de gestion de l'assainissement de la ville et qui rentrera certainement dans le futur PAC (2021-2026) en raison des contraintes normatives de la norme marocaine de déversement des rejets traités n° 1607-06 du 25 juillet 2006.

References:

1. Abbou, M. B., Bougarne, L., & El Haji, M. (2020). Qualité bactériologique des eaux du bassin versant de l'oued Inaouene en amont du barrage Idriss Ier (NE du Maroc). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 31(1), 67–78.
2. ABHS. (2006). Etude d'actualisation du plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau du bassin de SEBOU -PDAIRE- (pp. 57). Mission 1 (eau souterraine nappe du lias du moyen Atlas tabulaire): Agence du bassin hydraulique de SEBOU.
3. ABHS. (2011). Etude d'actualisation du plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau du bassin de SEBOU -PDAIRE- (Vol. Rapport de synthèse, pp. 103): Agence du bassin hydraulique de SEBOU.
4. Aboulkacem, A., Chahlaoui, A., Soulaymani, A., Rhazi-Filali, F., & 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. Environ*, 1, 10–22.
5. Abrid, D., El Hmaidi, A., Abdallaoui, A., Fassi Fihri, O., & Essahlaoui, A. (2011). Pollution impact on Boufekrane river water's (Meknes–Morocco)": Physico-chemical and bacteriological study. *Phys. Chem. News*, 58, 98–104.
6. Assaad, A. (2014). *Pollution anthropique de cours d'eau: caractérisation spatio-temporelle et estimation des flux*. (Doctorat PhD Thesis), Université de Lorraine.
7. Bekri, M. H., El Hmaidi, D. A., El Mati El Faleh, P., Essahlaoui, A., & El Ouali, A. (2020). Utilisation Des Indices De Qualité Et De Pollution Organique Dans L'évaluation De La Qualité Physico-Chimique Des Eaux Superficielles Des Oueds Moulouya et Ansegmir

- (Haute Moulouya, NE Du Maroc). *European Scientific Journal*, 16(27), 55-75.
8. Bouhia, H. (2020). Le Maroc face au Covid-19: Agilité, Cohésion et Innovation/Morocco and Covid-19: Agility, Cohesion, Innovation *Policy Center for the New South* (pp. 1-14).
 9. Chahlaoui, A. (1996). *Etude hydrobiologique de l'oued Boufekrane (Meknès). Impact sur l'environnement et la santé.* (Doctorat thèse de doctorat), Université Moulay Ismail, Meknès.
 10. Chahlaoui, A., Ramdani, M., & Zaid, A. (1996). Etude biotypologique de l'oued Boufekrane (Maroc). *Tropicultura*.
 11. Cherifi, O., Sabri, H., Gharmali, A., Maarouf, A., Hasni, M., Cherifi, K., . . . Sbihi, K. (2018). Variation spatio-temporelle des métaux traces (Cr, Cu, Pb, Zn) chez la laminariale *Saccorhiza polyschides* au niveau du littoral de la région d'Essaouira. *SMETox Journal*, 1(1), 53–58.
 12. Dahbi, N., & Messaoudi, L. (2020). Perception des agriculteurs envers la réutilisation des eaux usées en irrigation: Cas des villes de Meknès, Khemisset, Tifelt et Sidi Allal Lbakraoui (Maroc). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 29(1), 49–58.
 13. Demerre, S. (2017). *Evaluation de la performance du modèle Aquacrop pour la prévision des rendements du blé tendre (triticum aestivum) au Maroc (province de Meknès).* (Master), Université de Liège, Liège, Belgique.
 14. Djellit, R., & Habila, S. E. (2014). *Evaluation de la variation spatiotemporelle de la réponse biologique de l'espèce *Carassius carassius* à la pollution des eaux du barrage Béni Haroun.* (PhD Thesis), Université de Jijel. Algérie.
 15. El-Bouhali, A., Lebaut, S., Qadem, A., Amyay, M., Gille, E., & Cotonnec, A. (2020, 2020). *Evaluation des produits TRMM et GPM à partir d'observations aux stations et de résultats d'un modèle de quantification spatiale des précipitations sur le moyen-atlas, Maroc.* Paper presented at the In XXXIII ème Colloque de l'AIC Rennes 2020, changement climatique et territoires., Maroc.
 16. El Addouli, J., Chahlaoui, A., Berrahou, A., Chafi, A., Ennabili, A., & Karrouch, L. (2009). Influence des eaux usées, utilisées en irrigation, sur la qualité des eaux de l'Oued Bouishak–région de Meknes (centre-sud du Maroc). *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn*, 3(1), 56–75.
 17. El Hafyani, M., Essahlaoui, A., Rompaey, A. V., Mohajane, M., El Hmadi, A., El Ouali, A., . . . Serrhini, N.-E. (2020). Assessing Regional Scale Water Balances through Remote Sensing Techniques: A Case Study of Boufakrane River Watershed, Meknes Region, Morocco. *Water*, 12(2), 320.

18. Essahlaoui, A. (2000). *Contribution à la reconnaissance des formations aquifères dans le bassin de Meknès- Fès, prospection géoélectrique, étude hydrogéologique et inventaire des ressources en eau*. Université Mohamed V, Rabat.
19. Frascari, D., Zanaroli, G., Motaleb, M. A., Annen, G., Belguith, K., Borin, S., . . . others. (2018). Integrated technological and management solutions for wastewater treatment and efficient agricultural reuse in Egypt, Morocco, and Tunisia. *Integrated environmental assessment and management*, 14(4), 447–462.
20. HCP. (2014). Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2014.
21. Larbi, A., Mohammed, M., & Asmae Baba, K. (2020). Perceptions du changement climatique et pratiques adaptatives des agriculteurs du Sais (Maroc). *Collectivus, Revista de Ciencias Sociales*, 7(2), 8–29.
22. Larif, M., Soulaymani, A., Hnach, M., & El Midaout, A. (2013). Contamination spatio-temporelle d'origine hydrique de l'oued Boufekrane dans la région de Meknès-Tafilalt (Maroc). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(1), 172–184.
23. Lekehal, H., Benzougagh, B., Boukhari Taleb, R., & Bouchelta, A. (2017). Lixiviats Issus De La Decharge Publique De La Ville De Meknes: Caracterisation Et Impact Sur Les Eaux De L'oued Boufekrane. *European Scientific Journal*, 14(29), 332-357.
24. Libération. (2020, Mercredi 15 Janvier 2020). Lancement du Programme prioritaire national d'approvisionnement en eau potable et d'irrigation Sa Majesté le Roi préside une séance de travail à Marrakech.
25. Martin, J. (1973). *Carte géomorphologique du Moyen Atlas Central au 1: 100 000*: Editions du Service géologique du Maroc.
26. Ndrianirina, S., Razanamparany, B., & Ramanantsizehena, G. (2020). Évolution spatio-temporelle de la pollution des eaux cressonnières et des eaux usées domestiques dans la commune urbaine d'Antananarivo, Madagascar. *Afrique Science*, 16(2), 217–228.
27. Norme Afnor, N. (1988). T90-101, Octobre 1988. *Determination de la demande chimique en oxygene*.
28. PM. (2015). Etude du plan directeur pour la gestion des déchets menagers et assimilés de la prefecture de meknès (pp. 160): Prefecture de Meknes (PM).
29. RADEM, M. (2020). Actualisation du schéma directeur d'assainissement et d'eau potable. Meknès.
30. Rhazi, A. (2017). Etude de la vulnerabilite aux risques d'inondations dans la ville de meknes. apport des sig, du mnt et des modeles empiriques. *European Scientific Journal*, 13(36), 102-123.

31. Rodier, J., & Legube, B. (2009). *L'analyse de l'eau* (9^{re} édition ed.): Dunod.
32. Serra, G. (2018). Development indicators at the United Nations Economic Commission for Africa, 1980-1990. *Histoire mesure*, 33(1), 149–172.
33. Suez. (2019). *Centre d'élimination et de valorisation des déchets de la ville de Meknès*. Commune de Meknès.
34. Talbi, F. Z., Sadek, S., Harkati, F. B., Elmarkhi, M., Chiguer, H., El Kharrim, K., & Belghyti, D. (2020). The metallic charge of the leachates of the public discharge of Sefrou'city.(Middle Atlas, MOROCCO). *EasyChair Preprint*.