Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil et d'Hydraulique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Hydraulique
Hydraulique Urbaine

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
CHANDAD ABOUBAKAR

Le : samedi 23 juin 2018

تخفيض الملوثات العضوية من مياه الصرف الصحي بواسطة مرشحات ضخمة

Jury :

M.	DEBABECH MEHMOUD	MCA	Université de Biskra	Président
M.	OUAKOUAK ABDELKADER	MCA	Université de Biskra	Examinateur
Mma.	MIMECHE LEILA	MCA	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2017 - 2018

الإهداء

إلى من تحملا من أجلي الكثير من العناء

إلى من علّماني الحبَّ والوفاء .إلى أمي وأبي

إلى إخواني وأخوتي، راجياً الله أن يتولاهم بعنايته، ويرزقهم

صبراً، ويجعل لهم من كل ضيق مخرجا.

إلى كل من شاركني عناء هذا البحث وساهم فيه بتوجيه،

أو كتاب أو دعاء.

إلى هؤلاء أهدي هذا الجهد العلمي المتواضع.

تشكرات

يقول الله سبحانه وتعالى "لئن شكرتم لأزيدنكم" سورة إبراهيم أية رقم7

الحمد لله أولا الذي أنعم علينا بنعمة العقل فجعلنا من طلبة العلم

اشكر الله العلي القدير أن يسر لنا الجهد والوقت لانجازه إنه على كل شيء قدير.

وإنني لأخص بالشكر والامتنان إلى أستاذ(ة)/ ميمش ليلى لما بذلته من جهد ورعاية وسداد رأي حيث كان لها الأثر الكبير في إخراج هذه الدراسة إلى الواقع ، فلها منا كل التقدير و الاحترام وجزاها الله خير الجزاء.

كما ونتقدم بالشكر إلى جميع من ساهم في وصولي إلى هذا المكان من أساتذة القسم ما قدموه لنا من توجيهات وإرشادات وحسن المعاملة والتسير

و في الختام نشكر كل الذين أسدوا لنا النصح والمعونة والإرشاد، وجزى الله الجميع خير الجزاء

هذا والله ولي التوفيق وهو حسبنا ونعم الوكيل

الملخص

في المناطق القاحلة وشبه القاحلة حيث الماء هو العامل المحدد في إنتاج المحاصيل الزراعية أو الاحتياجات المرتبطة بالزيادة السكانية و بمستوى الحياة المتزايد، وحجم مياه الصرف الصحي في تزايد، بصفة مهمة و مستمرة وارتفاع منتظم نستطيع أن نعتبر أن مياه الصرف الصحي في ظل هذه الظروف، تشكل مصدر لا يمكن الاستغناء عنه إضافة هي المصدر الوحيد في الماء الذي سيتضاعف في المستقبل مع الأخذ بعين الاعتبار مياه الصرف الصحي كأولوية و يجب إعطاء له قيمة في أهداف التطوير الدائم مع شرط أن تكون هذه المياه مصفاة.

المرشحات المزروعة بالنباتات المائية (phytoépuration) هي الحل الوحيد لمعالجة مياه الصرف الصحي، وهي تمنح توازنا بيئيا، اقتصاديا، جماليا و مستداما. المبدأ بسيط :البكتيريا الهوائية (والتي تحتاج إلى أكسجين ولاتنبعث منها رائحة) تحويل المواد العضوية إلى مواد المعدنية التي اتخذت من قبل النباتات .في المقابل النباتات المائية توفر الأوكسجين إلى جذورها من البكتيريا.

الهدف من هذه الدراسة هو معرفة قوة تنقية نبات (Phragmites australis)، للمواد العضوية المتواجدة في مياه الصرف الصحي.

كلمات مفتاح: مياه الصرف الصحي، معالجة بالنباتات، نباتات مائية، أوقات المعالجة.

RESUME

Dans les zones arides et semi-arides où l'eau constitue un facteur limitant de la production végétale et où les besoins liés à l'accroissement de la population et de son niveau de vie augmentent, le volume des eaux résiduaires produites augmente, de façon importante et continuera à augmenter régulièrement.

On peut, alors, considérer que les eaux résiduaires constituent, dans ces conditions, une source inépuisable. C'est d'ailleurs la seule ressource en eau qui va croître dans l'avenir. Sa prise en compte est donc primordiale et sa valorisation doit en conséquence être intégrée dans les objectifs de développement durable à condition qu'elles soient épurées.

Les filtres plantés de macrophytes (phytoépuration) est une solution importante à fin de traiter les eaux usées, ils offrent une alternative écologique, économique, durable et esthétique. Le principe est simple : les bactéries aérobies (qui ont besoin d'oxygène et ne dégagent pas de mauvaises odeurs) transforment les matières organiques en matière minérale

assimilable par les plantes. En retour, les plantes aquatiques (macrophytes) fournissent de l'oxygène par leurs racines aux bactéries.

L’objectif de cette étude est de connaitre la force de Phragmites australis, pour la matière organique dans les eaux usées.

Mots clé : Eau usée, phytoépuration, Macrophyte, Temps de traitement

المقدمة:

أدى التطور الذي شاهدته معظم دول العالم وكذا زيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة إلى ارتفاع في الطلب على المياه ورغم أن بعض الدول لا تعاني من هذه المشكلة بسبب تنوع مصادر المياه التقليدية فيها ووجود هذه المياه بكميات تفي بالطلب إلا أن توزيع المياه الصالحة للاستعمال على سطح الكرة الأرضية ليس متساويا. وقد أدى ذلك إلى اختلال التوازن بين الكميات المتوفرة من المياه والطلب الفعلي عليها.، الأمر الذي أدى إلى التفكير في تنويع مصادر المياه واستغلال أكبر كمية ممكنة منها بشتى الطرق. وتعد إعادة استعمال مياه الصرف الصحي المعالج بالنباتات من أهم الطرق المستعملة حديثا حيث تمر المياه الملوثة عبر أحواض مزروعة بالنباتات موجودة على ارض رطبة اصطناعيا. تكون الأحواض المعالجة في هذه الحالة مملوءة بوسط حصوي أو رملي أو مزيج منهما معا وبترتيب معين كما إن أحواض المعالجة بالنباتات تعرف على أنها مناطق شبه مشبعة بالمياه يتم تصميمها هندسيا بحيث تكون قادرة على إزالة الملوثات من مياه المجاري الخام المعالجة بشكل أولي وبالتالي تحسين مواصفات المياه المعالجة النهائية قبل تصريفها أو إعادة استخدامها كما أنها تصنف كمرحلة معالجة ثانوية أو ثلاثية حسب استخدام الأحواض المختلفة على اعتبار أن المياه الملوثة الداخلة إليها تكون قد عولجت بشكل أولى. حيث استعملنا في دراستنا هذه نوع من النبات المائي التي له القدرة و التأقلم مع مناخ المنطقة وهي (Phragmite). ويعود سبب اختيارنا لهذه النبات لأنها نبات محلية موجودة في المنطقة وتنمو تلقائيا دون جلبها من مناطق أخرى.

هدف عملنا هذا هو قياس مدى فعالية هذه النبات على تنقية المياه المستعملة الحضرية من المواد العضوية المتواجدة فيه. ومقارنتها بحوض غير مزروع كشاهد لذا لا بد من ذكر هذه المواصفات والخصائص لتحديد طبيعة المشكلة ومعالجتها. فقد صنفت خصائص المياه الملوثة إلى خصائص كيميائية وفيزيائية. والتركيب الكيميائي لمياه الصرف الصحي يختلف يوميا و أسبوعيا وسنويا. هنالك العديد من البحوث والدراسات حول استخدام مياه الصرف الصحي لأغراض الري بصورة عامة. ولهذا تم تقسيم العمل إلى أربعة فصول، الفصل الأول احتوى على تعريف مياه الصرف وخصائصه، والفصل الثاني تم فيها عرض مطول على مرشحات التي تستعمل في المحطة ، أما الفصل الثالث لقد اشتمل على مواد المستعملة في محطة معالجة من اجل تحضير أحواض المزروعة واحتوى كذلك على عمل المخبر وفي أخر العمل الفصل الرابع تم تحليل النتائج.

I- المقدمة

في أيامنا هذه معظم الدول النامية تواجه مشاكل عدة في البيئة خاصة تلك التي لها علاقة بمعالجة المياه ولقد لقي هذا موضوع اهتماما كبيرا في العقود الماضية، ويعود السبب الرئيسي في هذا إلى النقص في الموارد المائية العذبة إضافة إلى ضرورة الحد من التلوث الناتج عن المياه الملوثة، وبهذا يجعلنا نركز اهتمامنا حول إيجاد بدائل الري. و إعادة استخدام المياه المعالجة الناتجة من محطات المعالجة ومطابقة النتائج مع المواصفات القياسية الخاصة باستخدام هذا المصدر الدائم في عمليات الري حسب شروط ومعايير.

I-1-المياه الملوثة

المياه الملوثة هي كل المياه التي فقدت خصائصها الفيزيائية و الكيميائية التي كانت عليها فتصبح هذه المياه مستوطن للبكتيريا والكائنات الضارة، وتعطي رائحة كريهة وتكون غير صالحة للاستعمال من طرف الإنسان ((HAFLIGER ,and all (2000)) (CARR R (2001)) (HO. (2003)) بالرغم من المجهود المبذولة في إنجاز محطات معالجة المياه المستعملة حضريا بالطرق القديمة الكلاسيكية، هذه الطرق معقدة بسبب تشغيلها وصيانتها و تكلفتها المرتفع((CIEH (1993)) .و نجد معظم دول العالم في اهتمام متزايد للمحافظة على البيئة من التلوث باستخدام طرق وتقنيات حديثة.

I-2- مصادر التلوث المياه

تتعدد مصادر تلوث المياه ويمكن تقسيمها إلى:

-مصادر طبيعية وتشمل الجو، المعادن الذائبة، تحلل المواد النباتية، والجريان السطحي للأملاح والكيماويات.

-مصادر زراعية وتشمل الانجراف المائي للتربة، مخلفات حيوانية (مزارع الإنتاج الحيواني والدواجن) ، أسمدة كيماوية ومبيدات، مياه الري.

-مياه الصرف وتشمل الصرف الصحي، والصرف الصناعي، مركبات البحرية والحوادث البحرية.

-مصادر أخرى متنوعة مثل أنشطة البناء، المناجم، الماء الجوفي، أماكن تجمع القمامة، وأماكن إنتاج الإسمنت ((RADOUX M (1988)) (GESBERGR M (1986))

مهما كانت مصادر التلوث فهو ينقسم إلى ثلاثة أقسام :

I-2-1 التلوث الفيزيائي

وينتج عن تغيير المواصفات القياسية للماء، عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به ، سواء كانت من أصل عضوي أم غير عضوي، وينتج ازدياد ملوحة الماء، غالبا عن ازدياد كمية البخر لماء البحيرة، أو الأنهار، في الأماكن الجافة، دون تجديد لها، أو في وجود قلة من مصادر المياه، كما أن التلوث الفيزيائي الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة يكون، في غالب الأحوال، نتيجة صب

مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية، القريبة من المسطحات المائية، في هذه المسطحات، مما ينتج عنه ازدياد درجة الحرارة ونقص الأكسجين، مما يؤدي إلى موت الكائنات الحية في هذه الأماكن.

(ريم البطة, ميرنا المصري (2016))

I-2-2- التلوث العضوي

تتألف المواد العضوية من مواد ذات أصلٍ حيواني أو نباتي. وتشمل عادة نفايات الحيوانات الحية والميتة وخلايا النباتات مع بعض المركبات الصناعية. وتتكون في الأساس من مجموعة مركبات تحتوي على الكربون والكبريت والفسفور، وأهم مجموعاتها البروتينات والكربوهيدرات والشحوم. وجميع هذه المواد قابلة للتحلل البيولوجي بواسطة البكتيريا وغيرها من الكائنات الدقيقة.

ويعتمد تركيز مياه الملوثة ودرجة تلوثها بشكل عام على كمية المواد العضوية وغير العضوية الكلية المتواجدة فيها. في حين تُحدد إمكانية وكفاءة التحلل بقوة تركيز المواد العضوية فقط.

وتُصنف مياه الملوثة من حيث التركيز إلى: مياه ملوثة شديدة، ومتوسطة وضعيفة. وتتصف مياه الملوثة الشديدة باحتوائها على تراكيز عالية من المواد الصلبة، خاصة العضوية منها. بينما تتصف مياه الملوثة الضعيفة بخلاف ذلك، هذا ويجب التأكيد هنا بأن مقادير التراكيز الذي يتم على أساسه تصنيف مياه الملوثة يختلف باختلاف الأماكن، فقد تعتبر مياه الملوثة شديدة التركيز في بعض الأماكن، بينما تعتبر نفسها متوسطة التركيز في أماكن أخرى.

I-2-3- التلوث الكيميائي

وينتج هذا التلوث غالبا عن ازدياد الأنشطة الصناعية، أو الزراعية ، بالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها، وتعد كثير ة من الأملاح المعدنية والأحماض والأسمدة والمبيدات، من نواتج هذه الأنشطة التي يؤدي تسربها في الماء إلى التلوث، وتغير صفاته ،،وهناك العديد من الغازات السامة الغذائية في الماء، تؤدي إلى التسمم إذا وجدت بتراكيز كبيرة، مثل الرصاص والزئبق، أ ما الغازات غير السامة، مثل الكالسيوم والصوديوم، فإن زيادتها في الماء تؤدي إلى بعض الإمراض، إضافة إلى تغير خصائص الماء الطبيعية، مثل الطعم وجعله غير مستساغ، كما أن هناك أيضا التلوث بالمواد العضوية، مثل الأسمدة الفوسفاتية الأزوتية، التي يؤدي وجودها في الماء إلى تغير رائحته ونمو الحشائش والطحالب، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الماء (ريم البطة, ميرنا المصري (2016))

I-3-خصائص المياه الملوثة

الماء مذيب للكثير من المواد: الغازية، السائلة، الصلبة، مياه الأمطار تتشبع أثناء سقوطها بالغازات المتواجدة في الجو، أما الجارية في داخل الأرض أو على سطحها فإنها تذيب كثيرا من الأملاح المعدنية والمركبات العضوية لذلك نجد المواد في الماء مختلفة ومتنوعة ومن أهمها ما يلي:

I-3-1- الشوائب الصلبة المعلقة

وهي الأجسام الصلبة ذات الكثافة الأعلى من كثافة الماء، غير أن بقاءها على شكل معلق مرتبط بحركة المياه فكلما كانت تلك الحركة أقوى كلما ازدادت إمكانيات بقاء الأجسام المعلقة ضمن الوسط المائي،وتتعرض لفعل الترسيب عندما تهدأ حركة المياه، أما طبيعة الأجسام المعلقة فهي إما معدنية مثل الرمال والتراب، أو عضوية كبقايا النباتات والحيوانات أو حيوية مثل البكتيريا (عابد ابرهيم (2015)).

I-3-2- المواد الصلبة المنحلة

ومنها أملاح معدنية منحلة (كلوردات، كبريتات، كربونات) ، ومركبات عضوية طبيعية ناتجة عن انحلال البقايا النباتية والحيوانية ((PENG X (2000).

I-3-3- الغازات المنحلة

من أهم الغازات المنحلة الغازات التالية: غاز الأكسجين، غاز الأزوت، غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز كبريت الهيدروجين (عابد ابرهيم; 2015).

I-3-4- الأحياء الدقيقة

وهي الأجسام الحية الدقيقة كالفيروسات والبكتيريا والطحالب..... وهي المسؤولة عن تفكيك المادة العضوية الموجودة في الماء ((CARDO T (1999).

I-4 - مياه الصرف الصحي

I-4-1- تعريف مياه الصرف الصحي:

- هي المياه العادمة التي استخدمت من طرف الإنسان في مختلف المجالات تكون هذه المياه ملوثة بواسطة مواد تغير من خصائصها الكيميائية أو تغير من طبيعتها مما يجعلها غير صالحة للإنسان أو الحيوانات أو النباتات أو الكائنات التي تعيش في البحار والمحيطات ((PENG X (2000)
- الماء المستعمل هو الماء الملوث الذي يتركب من المواد الغريبة التي تفسد خواصه الكيميائية، مما تجعله غير صالح للإنسان، أو كما يمكن أن تكون ذات مصدر صناعي ذو مكونات مختلفة سواء كانت كيميائية، عضوية أو معدنية حسب طبيعة النشاط الصناعي.((SATIN M ., SELMI B (1995)
- تحتوى مياه الصرف عن ما يزيد عن 99 % ماء والباقي عبارة عن خليط مواد ذائبة وغروية و جسيمات عضوية و غير عضوية، بالإضافة إلى كائنات حية صغيرة (ميكروبات، فيروسات، بكتيريا، فطريات) ، هذا الخليط هو الذي يحدد نوعية الماء الطبيعية والكيميائية والبيولوجية.
- يعتبر المحتوى العضوي العامل الأساسي في تلوث مياه الصرف ، حيث تمثل المواد البروتينية المجموعة الرئيسية للمحتوى العضوي وتقدر بحوالي 50 % ويليها في ذلك المواد الكربوهيدراتية التي

تكون حوالي % 45 ثم الدّهون والزيوت التي تكون حوالي% 5 ، تتحلل المواد البروتينية والكربوهيدراتية تحلل سريع في حين أن الدّهون و الزيوت تكون أكثر ثبات و يكون تحللها بطئ.

I-4-2- خصائص مياه الصرف الصحي

I-4-2-1- الرقم الهيدروجيني أو رقم (pH):

وهو لوغاريتم مقلوب تركيز ايون (شاردة) الهيدروجين في المياه العادمة، ويدل على طبيعة المياه من حيث كونها حمضية (pH <7) أو قاعدية (pH>7)أو متعادلة (pH=7)، وفي الحالات الحدية ل pH تكون المياه ذات تأثيرات سلبية مختلفة على صحة العامة (عابد ابرهيم (2015)).

I-4-2-2- درجة الحرارة T(°C) :

تعتبر درجة حرارة البيئة المائية عاملا مهما في التوازن البيئي، والتغير المفاجئ في درجة الحرارة يعود إلى طرح مخلفات صناعية منها الكيمائية والبترولية وبعض المعادن الثقيلة (عابد ابرهيم (2015)).

I-4-2-3- الناقلية الكهربائية :

تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الأملاح المعدنية المنشودة وبالتالي فجميعها تشارك في الناقلية الكهربائية وتنتج الناقلية العالية عن ارتفاع نسبة الملوحة بسبب الملوثات المعدنية (عابد ابرهيم (2015))

I-4-2-4- العكارة

العكارة هي عبارة عن وجود الرمل أو المواد المعلقة أو الشوائب في الماء، ويمكن ملاحظة العكارة في الماء بواسطة العين المجردة، وان وجود العكر والشوائب في الماء بسبب مشاكل كثيرة منا الانسدادات والترسبات التي تؤثر على عمل، هناك عدة طرق للتخلص من العكارة والشوائب ذلك حسب نوع الماء وكميته واستعمالاته.

I-4-2-5- المواد العالقة (MES):

تمثل المواد غير الذائبة والموجودة في مياه الصرف وتضم المواد العضوية والمعدنية ويرمز لها ب : (MES) أي (Matière en suspension) يعبر عنها ب: ملغ/ل، القيمة القصوى للمواد العالقة لا تتجاوز 35 ملغ /ل لكي نستطيع رميها في المحيط بدون خطورة أما إذا تجاوزتها تصبح خطر على المحيط فيجب معالجة هذه المياه (الرسوم التنفيذي رقم 06-141 المؤرخ في 19 افريل 2006).

I-4-2-6- المواد العضوية:

تتواجد على أشكال مختلفة فيزيائية فقد تكون:

-جزيئات كبيرة أو صغيرة مثل: سكريات (نشاء، سيليلوز)، احماض عضوية، البولة.

-غرويات منحلة: تتكون أساسا من مركبات الازوت، كربون،اوكسجين،الكبريت،الفسفور، ويتم تقييم المواد العضوية من خلال تحديد نسبة (DBO_5) و (DCO) ((REJSEK F (2002)) .

I-4-2-7- لطلب البيوكيميائي للأوكسجين (DBO_5):

وهو عبارة عن كمية الأوكسجين المستهلكة من طرف الكائنات الحية الدقيقة الهوائية لتحليل أو تفكيك المادة العضوية مع استهلاك الأكسيجين المنحل، يتم تقدير كمية الأوكسجين المفقود بحساب (DBO_5)، فكلما زاد الطلب البيوكيميائي للأكسيجين (DBO_5)، كلما كانت نسبة المواد العضوية كبيرة أي زيادة نسبة تلوث المياه القذرة

I-4-2-8- الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO) :

يعرف بأنه مقدار الأكسجين المستهلك من أجل أكسدة كيميائية للمواد العضوية المسببة لتلوث المياه لكل واحد لتر من المياه، هذه لا تتأثر بفعل الكائنات الحية الدقيقة وغير قابلة للتحلل البيولوجي.

ومن أجل أكسدة هذه المواد تستعمل مؤكسدات قوية مثل ثاني كرومات البوتاسيوم، وبقياس (DCO) يمكن الحصول على نتائج سريعة، كما أن هذه العملية لا تحتاج إلى حضن العينات.

(RODIER J (1996))

I-4-2-9- الازوت الكلي (N_t):

نظرا الأهمية النيتروجين كحجر أساس في سلسلة البروتين، فان بيانات النيتروجين تستخدم لتقييم قابلية مياه الصرف للمعالجة البيولوجية، إن عدم وجود النيتروجين بشكل كاف يجعل من إضافته ضرورة لجعل مياه الصرف قابلة للمعالجة، ولكي يتم التحكم في نمو الطحالب في المياه المستقبلة فان اختزال أو إزالة النيتروجين في مياه الصرف يعتبر ضرورة مهمة، ويشمل النيتروجين الكلي والمستخدم كمؤشر شائع على العديد من المركبات مثل الامونيا وايون الامونيوم والنترات والنتريت واليوريا والنتيروجين العضوي (الحماض الأمنية والامنيان).

I-4-2-10- الامونيوم (NH_4^+):

تعتبر البقايا الحيوانية والنباتية الموجودة في التربة مصدرا أساسيا للامونيوم وذلك عن طريق تحطيم البروتينات والمركبات العضوية الازوتية الأخرى المكونة لتلك البقايا حيث ينتقل قسم كبير من الامونيوم المشكل إلى انهار، كما إن وجود الامونيوم بكميات كبيرة في المياه السطحية دليلا عن التلوث الناتج عن مياه الصرف المطروحة في المجاري المائية.

I-4-2-11-النتريت (NO_2^-) :

تمثل شوارد النتريت مرحلة انتقالية من شوارد النيترات وشوارد الأمونيوم ضمن عملية الأكسدة والإرجاع لهما، وذلك فإن شوارد النتريت المتواجدة في الوسط المائي ناتجة عن إرجاع النيترات أو عن

أكسدة شوارد الأمونيوم ولا يوجد مصدر طبيعي للنتريت ((RODIER J (1996) .

I-4-2-12- النيترات (NO_3^-):

أثبت الأبحاث الطبية مضار النيترات على الصحة وخاصة على الأطفال بالإضافة إلى تزايد النيترات بشكل كبير في المياه الجوفية والسطحية نتيجة التوسع الكبير في استعمال الأسمدة الازوتية والكيميائية.

إن تحديد تلوث المياه بالنيترات عملية صعبة نتيجة التحولات المستمرة للأزوت ضمن حلقة متكاملة تعرف بحلقة الأزوت، توضح هذه الحلقة أن النيترات تمثل المرحلة النهائية لأكسدة المركبات العضوية الأزوتية ولذلك فإن وجودها في المياه الملوثة يشير الى سير عملية التنقية الذاتية، تأتي بالنيترات المتواجدة في المياه الطبيعية بفعل جريان المياه على سطح التربة في مرحلة تشكيل الأنهار، يضاف إليها النيترات القادمة مع مياه الصرف، والنيترات الناتجة عن أكسدة البكتريا للفضلات العضوية الأزوتية ((RODIER J (1996) .

I-4-2-13- الفسفور (phosphore):

يعتبر الفسفور ضروري لنمو الطحالب وغيرها من الكائنات البيولوجية ويكون الفسفور العضوي احد أهم المكونات لمياه الصرف الصناعي والحماة وهو يتواجد على ثلاثة أنواع من الايونات الفسفورية وهي كتالي:

*اورثوفوسفات

*بولي فوسفات (بعد اماهة الحامض)

*الفوسفات العضوي (بعد اماهة الحامض وأكسدته)

و كل هذه الأنواع تشكل ما يعرف بالفسفور الكلي.

I-5- خصائص المواد العضوية في مياه الصرف الصحي

تحتوي مياه الصرف الصحي على نسبة 99,9% من الماء والباقي مواد عضوية وغير عضوية تمت إضافتها لمياه نتيجة استعمالها كناقل لرواسب أو ما أضيف إليها اثنا الاستعمال.

تشكل المواد العضوية 70% من إجمالي المواد المتواجدة في مياه الفضلات، في حين تشكل المواد غير العضوية الباقي، وتتكون المواد العضوية من مجموعة مركبات تحتوي غالبا على الكربون والأكسجين والهيدروجين والنتروجين بالإضافة إلى الكبريت والفسفور والحديد أحيانا، ومن أهم هذه المركبات البروتينات تشكل 50% من إجمالي المركبات العضوية، والكربوهيدرات تشكل 65% منها والدهون تشكل المتبقي منها، أما المواد غير عضوية فهي عبارة عن مركبات من الكبريتات والكلوريدات والفسفور والمعادن الثقيلة.وتعتبر هذه المواد سواء العضوية أو غير العضوية المتواجدة في مياه الصرف الصحي، ملوثات وهي تتواجد في الماء أما بشكل مستعلق أو ذائب أما المستعلق منها فمن السهل إزالته عن طريق الترسيب أما الذائب منها فيصعب إزالته عن طريق الترسيب.

I-6- أثر مياه الصرف الصحي على البيئة

تؤثّر مِياه الصرف الصحي بشكلٍ سلبيّ على الإنسان والبيئة المحيطة كالآتي: تساعد مياه الصرف الصحي على انتشار المَيكروبات ومُسبّبات الأمراض، ما يُؤثّر سلباً على صحّة الإنسان وزيادة احتماليّة إصابته بالأمراض المُستعصية؛ حيث تُسبّب البكتيريا الموجودة في مياه الصرف الصحي العديد من الأمراض أهمها: التهاب الأمعاء، وتقرّحات الأمعاء الدقيقة، والكوليرا، والتيفوئيد، وأمراض الجهاز التنفسي، والحمى، بينما تُسبّب الفيروسات التهابات الأمعاء، والتهاب ، والشلل، واليرقان، وأمراض الجهاز التنفسي، وأمراض القلب غير المألوفة، كما تُسبّب الأحياء الأوليّة إصابة الإنسان بالإسهال، وأوبئة الكبد، وغيرها من الأمراض.

تحتوي مياه المجاري على كمية كبيرة من المواد العضوية وأعداد هائلة من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية و اللاهوائية ، وعند وصولها إلى المياه السطحية، تعمل الكائنات الدقيقة الهوائية على استهلاك الأوكسجين لتحليل المواد العضوية مسببة نقصا في الأوكسجين مما يؤدي إلى اختناق الكائنات الحية التي تعيش في البحر وموتها، عند موتها تبدأ البكتريا أو الكائنات الدقيقة اللاهوائية بتحليلها محدثة تعفن وفسادا أخر إلى السابق .

I-7- معالجة مياه الصرف

I-7-1- الأهداف من معالجة مياه الصرف

تتم معالجة مياه الصرف من أجل:

- القضاء على الكائنات الدقيقة " خاصة الممرضة " التي تسبب الأمراض المتنقلة عبر المياه
- بالإضافة إلى إزالة المواد العالقة ، وكنتيجة لذلك نتحصل على نقص في تركيز المواد الملوثة:
  - 50 % مواد عالقة (MES).
  - 30 % الطلب الكيمائي الأوكسجين (DCO) .
  - 10 % من الأزوت والفسفور.

رغم إزالة تلك المواد إلا أن البعض منها تبقى في صورة منحلة مثل: الألمنيوم، الفسفور، وتتم إزالتها بطرق بيولوجية بهدف:

- تقليل من مقدار المادة العضوية
- التخفيض من كمية النتريت وتحويله إلى نترات.
- تقليل كمية الأزوت بتحويله إلى أزوت جزيئي.
- التقليل من الفسفور.
- الحفاظ على الصحة العمومية والبيئة.
- استرجاع مياه الصرف من أجل إعادة استعمالها في عدة أغراض مختلفة.((KONE D (2002)

I-8- طرق ومعالجة مياه الصرف الصحي

تمرّ عمليّة معالجة مياه الصرف الصحي بالعديد من المراحل كالآتي:

I-8-1- المعالجة الأولية (المعالجة الفيزيائية) (Traitement Primaire) :

المرحلة الأولى (الغربلة): يتم فيها إزالة الجزيئات اللاعضوية كبيرة الحجم وكذلك الألياف الغير قابلة للانحلال بنسبة 20إلى 30 % بالغربلة أو بالترسيب البسيط أو الغير بسيط بإضافة عوامل كيميائية مخثرة وهي معالجة ضرورية لحماية المنشآت الميكانيكية والمضخات المختلفة الموجودة في المراحل اللاحقة من المعالجة، كما تهدف هذه المرحلة أيضاً إلى تجانس هذه المياه وخاصة عندما تصب في المحطة من حين إلى آخر كميات كبيرة من مياه الفضلات .(عابد ابرهيم (2015)).

- **نزع المواد الكبيرة الحجم (Le dégrillage) :**

يتم في هذه المرحلة فصل المواد الصلبة بوسائل ميكانيكية مناسبة حيث تمر المياه الصرف في مصافي معدنية ذات فتحات مناسبة من أجل فصل المواد الصلبة الكبيرة، تترسب المياه المعدنية في أحواض مناسبة وفي هذه المرحلة يتم فصل المواد الطافية والرغوية من فوق سطح المياه بوسائل معدنية (عابد ابرهيم (2015))

- **نزع الرمل (Le dessablage) :**

ينزع الحصى والرمل وباقي الجزيئات الداخلة في محتوي مياه الصرف وتستعمل بكثرة أحواض الترسيب المهواة من الأسفل بحركة هرمية مع تحريك دائري وبهذا ينزع الرمل (عابد ابرهيم (2015))

- **الترسيب (La décantation) :**

خلال هذه المرحلة تمر مياه الصرف إلى أحواض الترسيب التي تتلقى ترسيب أولي للجزيئات الثقيلة بالجاذبية وهذا الترسيب يسمح بنزع 50 % من مجموع المحتوى الصلب لمياه الصرف ومن 60% إلى 40% من الجزيئات الثقيلة الصلبة ((SATIN M., SELMT B (1995)) .

المرحلة الثانية:

يتم فيها فصل المواد الصلبة الدقيقة عن طريق الترسيب ومن أهم مكونات هذه المرحلة:

- **حوض إزالة الرمال:**

وهو حوض ذو زمن مكوث قصير لإزالة الرمال الدقيقة والثقيلة الوزن سريعة الترسيب ذات القطر (0.1-0.2) مم وتصمم الأحواض هذه بحيث تكون سرعة الجريان 0.3 م/ثانية.

- **الحوض الثاني**

حوض الترسيب الأولي لإزالة المواد الصلبة بطيئة التركيد إذ يبلغ زمن المكوث هنا أكثر من ساعتين القطرات الزيتية الأخف من الماء تطفو على السطح في نفس الوقت الذي تترسب فيه المواد الصلبة الأثقل

من الماء إلى قاع الحوض، وكلا الطبقتين السفلى التي تشكل المواد الصلبة يجب إزالتها بآلية مناسبة تعمل بشكل مستمر أو متقطع.

- **نزع الزيوت**

ويتم نزع الدهون والزيوت الطافية بواسطة كاشطات، وهي الطريقة المستعملة بكل محطات التنقية على مستوى الوطن ((AYAZ S ., AKCA L (2001).

I-8-2- المعالجة البيولوجية (Traitement biologique)

تعتبر المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي من أهم مراحل المعالجة التي يجب تطبيقها على المياه في المحطة وتهدف هذه المعالجة إلى أكسدة المواد العضوية المختلفة الموجودة في مياه الصرف الصحي وتحويلها إلى مركبات مستقرة وكتلة حيوية ((KONE D ., (2002).

تتألف في معظمها من البكتريا وبعض الكائنات الدقيقة التي يمكن فصلها عن المياه ومعالجتها على انفراد وبالتالي الحصول على مياه خالية عمليا من التلوث العضوي ويعتبر وجود الأوكسجين والبكتريا أهم عنصرين من العناصر لإنجاح المعالجة البيولوجية إضافة إلى شروط أخري مثل درجة الحرارة ووجود بعض المغذيات المساعدة، ومن الطرق الشائعة للمعالجة البيولوجية نذكر :

I-8-2-1- المرشحات البيولوجية (Biological Filters)

تعتبر طريقة المرشحات البيولوجية من أقدم طرق المعالجة البيولوجية ويقل استعمالها في الوقت الحاضر ماعدا في بعض استخدامات المعالجة لمياه الفضلات الصناعية.

يتألف المرشح البيولوجي من سرير من المواد الحصوية والبلاستكية الخشنة توزع فوقه مياه المجاري بواسطة ذراع رشاش دوار حيث تتسرب مياه المجاري عبر فراغات الوسط ملامسة هذا الوسط الذي تنمو عليه الكائنات العضوية الدقيقة التي تقوم بتفكيك المواد العضوية وأكسدتها بمساعدة الهواء الجوي وتخرج المياه المرشحة من أسفل المرشح إلى حوض ترسيب ثانوي لفصل وإزالة الحماة عن المياه، والمرشحات البيولوجية نوعان ذات معدل ترشيح عالي أو منخفض ، والحماة الناتجة للتجفيف فقط ، ومن أهم مساوئ هذه الطريقة انتشار الذباب والبعوض في الموقع وعدم ثبات مردود المعالجة (زغدي سعد (2017)).

I-8-2-2- الأقراص البيولوجية الدوارة

وتعتبر هذه الأقراص إحدى طرق النمو بالغشاء الثابت كما هو الحال في المرشحات البيولوجية، إن الكتلة الحيوية هي التي تلامس الماء أثناء دوران الأقراص وليس الماء هو الذي يلامس الكتلة البيولوجية.

تتألف وحدة المعالجة من مجموعة من أقراص (بلاستكية غالبا) تدور حول محور مرتبط بها وغاطسة إلى حوالي نصف قطرها ضمن مياه المجاري، وبعد خروجها يدخل الهواء بينها ملامس الغشاء البيولوجي (طبقة بيولوجية تنمو على سطح الأقراص) والذي تجري المعالجة به، تستعمل هذه الطريقة في محطات المعالجة الصغيرة وعادة يبنى عدد من صفوف أقراص التماس بشكل متتابع خلف بعضها في

حوض التهوية، وتمتاز هذه الطريقة باستهلاكها القليل من الطاقة وبقلة الحماة الناتجة عنها ويبلغ معدل التنقية 85% (زغدي سعد (2017)).

I-8-2-3- الحماة المنشطة

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق شيوعا في الوقت الحاضر بسبب فاعليتها العالية في المعالجة وسميت بهذا الاسم لأنه يتم إعادة جزء من الحماة المترسبة في أحواض الترسيب الثانوية إلى حوض التهوية وذلك بشكل مستمر وهذا يساعد في تسريع العملية البيولوجية وزيادة كفاءتها بسبب زيادة كثافة الكتلة الحيوية في حوض التهوية وبالتالي زيادة معدل الأكسدة وتفكيك المواد العضوية إلى مكوناتها الأساسية، وتدخل المياه المعالجة إلى أحواض التهوية بعد مرورها على أحواض الترسيب الأولية وبالرغم من أنها أكثر كفاءة من المرشحات البيولوجية فهي تحتاج إلى مهارة عالية في التشغيل (زغدي سعد (2017)).

I-8-2-4- التهوية المطولة

وهي إحدى طرق الحمأة المنشطة التي تستخدم لمعالجة مياه الصرف للمجمعات الصغيرة، وهي طريقة سهلة ومرنة في تشغيلها ويمكن الاستغناء عن مرحلة الترسيب الابتدائي ومعالجة مياه المجاري بعد عملية حجز المواد الطافية والرمال إن أمكن، ومن مزايا هذه الطريقة تثبيت المواد العضوية والاستغناء عن معالجة الرواسب قبل تجفيفها أو استعمالها.

في طريقة المعالجة بالتهوية المطولة تدخل مياه الصرف (بعد حجز المواد الطافية والرمال) لأحواض التهوية حيث تنشط البكتريا الهوائية في أكسدة المواد العضوية، ويساعد على ذلك عملية التهوية الميكانيكية التي تعطي الأوكسجين الذائب للمياه ، وتسبب عمليا تمزج وتحريك مستمر للسائل ضمن الحوض مما يزيد من فعالية عملية المعالجة، وتخرج المياه من أحواض التهوية لأحواض الترسب حيث ترسب المواد العالقة ومآبها من الكائنات الحية الدقيقة، ثم يعاد نسبة كبيرة من هذه الرواسب (الحمأة المنشطة الثانوية) إلى أحواض التهوية للحفاظ على التركيز المناسب من المواد العالقة وما تحمله من البكتريا التي تقوم بعملية الأكسدة ، ويلزم للحفاظ على تراكيز ثابتة من المواد العالقة في أحواض التهوية أن يتم تصريف نسبة من المواد المترسبة في أحواض الترسب بدون مشاكل الرائحة، تكون هذه الحمأة مؤكسدة لبقائها في أحواض التهوية مدة طويلة.

I-8-2-5- خنادق الأكسدة

وهي طريقة من طرف التهوية المطولة وتصمم بنفس الأسلوب ولكنها تعتمد على البساطة في إنشاء والتشغيل وتتكون من وحدة أكثر من القنوات التي يتم فيها تهوية وتقليب مياه الصرف ميكانيكيا ومن ميزاتها الأساسية إن كمية الرواسب الزائدة المصروفة من أحواض الترسيب النهائية صغيرة نسبيا ومؤكسدة وتعالج فيها مياه الصرف بعد المصافي، ويمكن استخدام القنوات للترسيب أيضا مدة معينة مرة إلى ثلاث مرات يوميا يوقف التهوية للسماح بالترسيب وبعد ذلك يتم تصريف المياه بعد الترسيب ويعاد

تشغيل العملية ،وفي إثناء ف2ترة الترسيب يتم حجز مياه الصرف في خطوط التجميع أو باستخدام وحدتين من قنوات الأكسدة أو بتقسيم القناة إلى جزئيين ولاستخدام هذا التشغيل في التدفقات الصغيرة نسبيا،إما في التشغيل العادي فيجب إنشاء حوض ترسيب نهائي بعد قنوات الأكسدة

(زغدي سعد (2017)).

I-9- المعالجة بالبحيرات

هي إحدى الطرق المستعملة في معالجة المياه المستعملة والتي تعتمد كمبدأ أساسي في العمل على التدفق والسيلان البطيء للماء.

لإقامة هذا النوع من المحطات نحتاج لتضاريس ومساحات شاسعة تسمح بإقامتها . لأن المحطة تتكون من أحواض كبيرة جدا وقد يصل عددها من 7 إلى 8 أحواض أو أكثر حسب طاقة إستعاب كل محطة للمياه المستعملة.

تبدأ العملية بمرحلة أولى من المعالجة (معالجة فيزيائية) نفسها المتبعة في محطات التصفية بطريقة الحمأة المنشطة حيث تنزع الفضلات كبيرة الحجم ، الرمال والزيت من الماء ، ثم يمر الماء إلى الأحواض (برك) ، التي تكون مجهزة بالات للتهوية ، وهذا بغرض توفير الظروف المناسبة للكائنات الحية الدقيقة والطحالب اللذان يعملان على تفكيك و تحطيم الملوثات والمواد العضوية التي تحملها المياه المستعملة.

وتسمى هذه المرحلة بالمعالجة البيولوجية، كما يسمح كبر حجم البرك بترسيب المواد التي تبقى عالقة في المياه (الوحل) ،كذلك لتكون مدة بقاء الماء في البرك لتكون نتيجة المعالجة أكثر فعالية ، يمر الماء من بركة إلى أخرى ببطء ونفس العملية التي تحدث في الأحواض الأولى تتم في الأحواض الموالية ، ليصل الماء إلى أخر حوض صافي .

تنتج هذه المحطات كميات قليلة من الحمأة مقارنة بمحطات التصفية الحمأة المنشطة ، وعموما كمية حمولة الماء ومساحة كل حوض هي التي تتحكم في كمية الوحل ، ويتم جمعه من الأحواض بالشفط من أماكن مخصصة لذلك ويتم ذلك من 3 إلى 4 سنوات أو حتى خمس سنوات.

والهدف من آلات التهوية الموضوعة في البرك هو تنشيط الأكسدة الهوائية، والملفت للانتباه هو صغر حجم هذه آلات وعدده مقارنة مع الموجودة في أحواض التهوية لمحطات التصفية الحمأة المنشطة.

I-10- المزايا التالية تجعل لهذه الطريقة أهمية خاصة:

-إن استخدام التهوية في البحيرات يتميز عن برك الأكسدة الطبيعية بصغر مساحات الأرض التي تحتاجها والتخلص من مشاكل الحشرات الضارة والرائحة.

-إن تهوية البرك عموما يمكن استخدامه كطريقة متكاملة لمعالجة المخلفات السائلة التي تحتوي على تراكيز عالية من المواد العضوية أو تستخدم كمرحلة أولى قبل بحيرات الأكسدة في حالة عدم توفر مساحة كافية من الأرض.

-ملائمة هذه الطريقة لجميع مجالات إعادة استعمال المياه والتي توفرها طرق التشغيل المرنة الممكنة فمثلا:

*يمكن زيادة قوة التهوية

*يمكن تعديل نسبة الحماة المعادة

*يمكن إضافة أحواض ترسيب إذا كانت البحيرات أصلا تعمل بدون وجودها وهذا كله يزيد من سعة البحيرات في استيعاب الأحمال الهيدروليكية والعضوية المتغيرة والمتزايدة.

-ان تشغيل هذه البحيرات المهواة له ميزات كثيرة فمثلا:في حالة تشغيلها كبحيرات اختيارية تكون ارخص في التكاليف وأسهل في التشغيل ولكنها تحتاج إلى مساحة ارض كبيرة وفي الدول النامية تتواجد الأراضي عموما بمساحات كبيرة يبلغ عمق برك التثبيت المهواة بمعدل ضعف أو ثلاثة أو أربعة أضعاف عمق بحيرات الأكسدة الطبيعة كما إن مدة بقاء المياه في البرك المهواة يقل بمقدار النصف أو الثلث عن مدة بقاء المياه في بحيات الأكسدة الطبيعة وعلى سبيل المثال فان البحيرات المهواة تحتاج لمساحة تصل إلى 10%من مساحة البحيرات الطبيعية وهذا شيء هام بالنسبة للمدن المتوسطة والكبيرة.

I-11- المعالجة عن طريق استعمال النباتات (الأراضي الرطبة المصطنعة):

إن المعالجة بالنباتات (الأراضي الرطبة) تعتبر مناسبة لمعالجة المياه في المجمعات الصغيرة والمتوسطة الحجم ويمكن استخدامها لمعالجة مياه المجاري المنزلية أو الصناعية أو لمعالجة مياه الأمطار أو معالجة المياه الملوثة.

خلال العشرين سنة الماضية فان العديد من أنواع محطات المعالجة بالنباتات قد تم تطويرها وتحسين أدائها ولذلك فقد لاقت إقبالا جيدا عبر العالم وذلك لحسناتها العديد ومنها:

-كلفة البناء المنخفضة

-سهولة الإنشاء والتشغيل والصيانة

-كلفة التشغيل والصيانة المنخفضة بسبب اعتمادها على المعالجة البيولوجية الطبيعية وعدم الحاجة للطاقة للتشغيل والصيانة ألا في الاحتياجات الدنيا وليس هناك حاجة لاستخدام المواد الكيميائية أو التجهيزات الميكانيكية الاحتياطية، كما أنها لا تحتاج لكادر تشغيل خبير كما هو الحال بمحطات المعالجة التقليدية.

-الإزالة الفعالة للملوثات والعوامل الممرضة وبيوض الديدان علما إن بيوض الديدان الشائعة في منطقتنا لاتزال بطرق المعالجة الميكانيكية، حماة منشطة، تهوية مطولة (زغدي سعد (2017)).

I-12-الخلاصة

تشكل مياه الصرف الصحي مشكلة كبيرة عندما يتم صرفها دون معالجة مسبقة في الطبيعة .

من أجل إظهار فائدة تنقية المياه، قدمنا في هذا الفصل مصادر وخصائص مياه الصرف الصحي. وكذلك الطرق المختلفة المستخدمة لتنقية المياه. تكمن الفائدة في العثور على الطريقة أكثر فعالية واقل كلفة

III-1- مقدمة

تلعب النباتات المائية دور مهم في إدارة الأراضي الرطبة والأنهار وفي حماية المياه العذبة وقد تم إلقاء الضوء على هذا الدور من قبل الكثير من الباحثين مؤكدين على الدور الحاسم لها في إنعاش الأنهار وإدامتها، تؤثر مباشرة على النظام المائي وكيميائي لها بشكل غير مباشر على تغيير التنوع الإحيائي من خلال تجزئة الأماكن وخلق البيئات المختلفة وللنباتات المائية قيمة مهمة وفوائد عظيمة للأسماك والطيور والإحياء الأخرى.

وللأراضي الرطبة سماتها الخاصة وهي أحد منابع الحس الجمالي وملاذ للحياة البرية يؤدي التعدي المتزايد على الأراضي الرطبة إلى فقدانها وبالتالي إلى دمار بيئي كبير غير قابلة لتعويض في بعض الأحيان، تلعب النباتات المائية الدور الرئيسي فيها كمحفزات في عملية الإزالة الفيزيائية والكيميائية والميكروبية وفي دراستنا هذه قمنا باستعمال صنف من النباتات المائية المعمرة التي تنمو في المنطقة بسكرة التي لها القدرة على التأقلم مع العوامل المناخية للمنطقة المتمثلة في المناخ الشبه جاف وهي(Phragmites) .و أجريت هذه التجارب في محطة تطهير (قسم الري بسكرة)

III-2- نظرة عامة جغرافية على منطقة الدراسة:

III-2-1- النظرة العامة الجغرافية:

يتم إجراء التجربة في مدينة بسكرة التي تتميز بمناخ شبه جاف و بصيف حار وجاف جدا وشتاء معتدل.

تشكل منطقة بسكرة الانتقال بين المناطق الرطبة في الشمال ومناطق الصحراوية في الجنوب. من ناحية أخرى تجدر الإشارة إلى أن بسكرة تتميز بالتربة غير متجانسة التي تتكون بشكل رئيسي من تربة طمي وغازية مواتية للزراعة ، والتلال الكلسية الجيرية والرواسب الرملية عند سفح الجبال المجاورة.

III-2-2- درجة الحرارة:

مناخ بسكرة حار وجاف، ونادرا ما تصل درجة الحرارة إلى الصفر والأشهر التي يكون فيه البرد من ديسمبر إلى مارس، مع متوسط درجة حرارة لا تقل عن 5 درجات مئوية. إما بالنسبة إلى الفترات الدافئة فالحد الأقصى غالبا ما يتجاوز 45 درجة مئوية. يبلغ متوسط درجة الحرارة القصوى 33,3 درجة مئوية.

II-3- تحضير الجهاز التجريبي:

أجريت الاختبارات التجريبية في المنطقة التجريبية لقسم هيدروليك في جامعة بسكرة. أجريت التجربة لمدة ثلاثة أشهر(فيفري- افريل) مع فترة تأقلم المسبق للنباتات في الماء. حيث تم نزع النبات المراد استعماله في التجربة من محطة التطهير المتواجدة في قسم الري وتم وضعه في أحواض مملؤة بالماء. فترات الإقامة المقترحة للنباتات في الماء هي 15 أو 20 يوم.

الشكل III-1: يوضح مدة تواجد النبات في الماء (محطة التطهير لقسم الري)

III-4- تعبئة المواد:

يتكون العتاد التجريبي من ثلاثة أحواض اسطوانية من مادة البلاستيك القوي، اثنان من الأحواض مملوءة من الأسفل إلى الأعلى بالحصى مع اختلف أحجام كل وحدا (الحصى) منها مع وجود أنبوب في وسط كل حوض. و هدف من وضع أنبوب لتهوية الوسط ومعرفة مستوى الماء المتواجد في الحوض، مع زرع محتوى كل حوض من اثنان من الأحواض نبات من نوع (Phragmites) وثالث يعتبر حوض غير مزروع و يعتبر كشاهد.

الشكل III-2:يوضح الأحواض المستعملة في التجربة (محطة التطهير لقسم الري)

III-5- كيفية ملء الأحواض المستعملة في التجربة وخصائص الحصى المستعمل

III-5-1- كيفية ملء الأحواض المستعملة:

عملنا على تقسيم الأحواض إلى أربعة طبقات وكل طبقة وضعن فيها نوع من الحصى حيث وضعن في الطبقة الأول الحصى من النوع الخشن والطبقة الثانية من النوع اقل خشونة والطبقة الثالثة من النوع المتوسط والطبقة الرابعة من النوع أملس اقل حجم.

الشكل III-3: يوضح كيفية ملء الأحواض في التجربة (محطة التطهير لقسم الري)

III-5-2- خصائص الحصى المستعمل في التجربة:

يوضح الجدول أدناه خصائص الحصى المستعمل في التجربة

الجدولIII-1: نوع وقطر وسمك كل طبقة من الطبقات المستعملة في التجربة

الطبقات	نوع	الأقطار(mm)	سمك (cm)
طبقة 1	خشن	40 - 60	2
طبقة 2	اقل خشونة	12 - 40	5
طبقة 3	متوسط	5 -12,5	8
طبقة 4	أملس	1 -5	23

الشكل III-4: الحصى المستعمل في التجربة

III-6- نوع وميزة النبات المستخدم في التجربة:

يعتبر نبات القصب (Phragmites) من أكثر النباتات المائية البارزة التي تلعب دور كبير في معالجة مياه الصرف الصحي، والقصب ذو مجموعة خضري وفيرة ويمكن الحصول عليه مجانا، ويتلخص دور نبات القصب في إن جذوره تقوم بدور العائق للبكتريا الهوائية والابتدائية، إذ يقوم النبات بامتصاص الأكسجين من الهواء الجوي ثم نقله إلى الجذور بالأسفل وحقنه الى داخل بيئة النمو ومن ثم يقوم هذا الأكسجين بأكسدة المادة العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي وبتالي تقليل الملوث العضوية والروائح الكريهة، من هذا جاءت فكرة أهمية الدراسة ومحاولات التغلب على المشاكل التي تواجه قطاع معالجة مياه الصرف الصحي بشكل عام ونظام المعالجة التقليدية بشكل خاص وإيجاد الحل المناسب لبيئة صحية.

الشكل III-5: يوضح نوع النبات (Phragmites) المستخدم في التجربة (محطة التطهير لقسم الري)

III-6-1- الوصف نبات (Phragmites):

القيصوب نبات معمر ينتشر عن طريق الجذامير ويصل ارتفاعه إلى 3 أمتار. النبات ذو مجموعة خضري وفير وذو إنتاجية عالية في وحد المساحة. تنتهي الساق بقمة تسمى الشمراخ. يحتوي على العديد من الفروع ، كل فرع ينتهي بتجمع زهري يسمى السنيبلات . إن الجذور والسوق الأرضية في هذه النبات توجد بشكل دائم ضمن منطقة الترسبات وبحالة لا هوائية وهي بحاجة للحصول على الأكسجين من الهواء عبر أجزاء النبات الهوائية لاستمرار النمو. وبشكل مشابه فان الأوراق التي تكون تحت سطح الماء عليها إن تكون قادرة على التنفس اللأهوائي لفترة قصيرة حتى تتأمن البيئة الجوية الهوائية لاسيما وان محتوى الأكسجين ضمن الماء منخفض جدا إذا ما قورن بالهواء الجوي

III-7- الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف

تم أخذ مياه الصرف الصحي المستعمل في التجربة من منطقة حضرية (ولآد جلال) بولاية بسكرة.يوضح الجدول خصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه المياه .

الجدول III-2: خصائص الفيزيائية و الكيميائية لمياه الصرف الصحي

pH	CE (Us/cm)	DBO_5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	T C°	NO_3^- (mg/l)	MO (mg/l)	O_2 (mg/l)	Turbidité NTU
8,1	4820	250	369,40	218	23	48,5	1,25	4,50	163
8,16	4840	279	389,2	230	24	50,1	2,30	4,90	189

لتأقلم النبات مع المياه الصرف الصحي قمنا بسقي الأحواض في المرة أولى 3/2 من مياه الشرب و3/1 من مياه الصرف الصحي. وبعد يومين أعدنا التجربة حيث ملئنا الأحواض 3/2 من مياه الصرف الصحي و 3/1 من مياه الشرب و في اليوم أخر عملنا على تفريغ الأحواض وملئها بالمياه الصرف الصحي.

III-8- الوسائط الفيزيو كيميائية والبكترولوجية

III-8-1- قياس درجة الحرارة

أثناء قياس درجة الحرارة استعملنا جهاز متعدد القياسات كما تجدر الإشارة يمكن أن يستعمل جهاز قياس الناقلية والملوحة في قياس درجة الحرارة.

كيفية القياس:

- نضع قطب الجهاز داخل العينة المراد قياسها
- نسجل القيمة المتحصل عليها من الجهاز

الشكلIII-6: جهاز قياس درجة الحرارة

III-8-2- قياس الكمون الهيدروجيني (pH) :

لقياس الكمون الهيدروجيني نستعمل جهاز (pH. m.v) متر.

طريقة القياس:

- فتح جهاز (pH. m.v) متر.
- نضبط جهاز(pH. m.v) متر.
- نغسل الالكترود بالماء المقطر ثم نقوم بمسحه بورقة ترشيح.
- نأخذ كمية معينة من الماء المراد تحليله.
- نعدل الجهاز ب (MODE) في إل pH ثم نقوم بالقراءة.

.

الشكلIII-7: جهاز قياس pH (pH mètre)

III-8-2- قياس الناقلية الكهربائية:

الجهاز المستعمل لقياس الناقلية الكهربائية هو(Conductimètre)

- نفتح الجهاز وتحديد الوحدة المراد قياس بها وهي (ms/cm)
- نغسل الالكترود للجهاز بالماء المقطر ثم نقوم بمسحه بورق ترشيح
- نعدل الجهاز ب (MODE) ثم نقوم بالقراءة للعلامة المسجلة

III-8-3- قياس العكارة:

لقياس العكارة نستعمل جهاز (Turbidimètre)

- نأخذ الأنبوب الزجاجي لجهاز قياس العكارة ونغسلها جيدا بالماء المقطر
- نسكب بها العينة الماء المراد قياس نسبة عكارتها
- نغلق الأنبوب الزجاجي جيدا ونجففها من الماء بورق الترشيح
- نضع الأنبوب المحتوية على العينة داخل جهاز قياس العكارة
- ثم تقرءا العلامة على الجهاز وهي تمثل نسبة العكارة للعينة المدروسة

III-8-4- قياس الأكسجين المنحل:

لقياس الأكسجين المنحل نستعمل جهاز (OXY mètre)

طريقة القياس:

- تشغيل الجهاز(OXY mètre)
- نغسل الالكترود للجهاز بالماء المقطر ثم نقوم بمسحه بورق ترشيح
- نأخذ كمية من الماء المراد تحليله
- نعدل الجهاز ب (MODE) على (mg/l) ثم نقوم بالقراءة العلامة المسجلة على الجهاز المتمثلة في (mg/l).

III-8-5- قياس قيمة الطلب الكيميائي للأكسجين(DCO) :

قمنا بحساب الطلب الكيميائي للأكسجين بواسطة جهاز (Colorimètre) طريقة الأكسدة بواسطة بيكربونات البوتاسيوم في وسط حمضي بوجود سلفات الزئبق وسلفات الفضة. في قياسنا ل (DCO) استعملنا كبسولات تحتوي على الكاشف (Réactive) التجاري محضر سابقا.

الأدوات والأجهزة المستعملة

-جهاز (Colorimètre HACH ; DR/890)

-مولد للحرارة

-حامل- كأس بيشر- ماصة- ماء مقطر

III-8-6- قياس قيمة الطلب البيوكيميائي للأكسجين (DBO_5) :

نضع كمية الماء(العينة المراد تحليلها) داخل قارورات الحضانة بعدما تم قياس الكمية . نزود كل قارورة حاضنة بقرصين من هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) بداخل كل غطاء داخلي للقارورة الحاضنة نزود كل قارورة حاضنة بواسطة القضيب المغناطيسي.

توضع القارورات الحاضنة على آلة الرج ، بعد مرور فترة التوازن تغلق القارورات الحاضنة.

نقرا تسجيل القراءة التي تم تسجيلها كل فترة صباحية لمدة خمسة أيام .

الجدول III-3:معامل تغير قيمة (DBO_5) بدلالة حجم العينة المستعملة

مجال القياس	حجم العينة (ml)	المعامل
0-40	432	1
0-80	365	2
0-200	250	5
0-400	164	10
0-800	97	20
0-2000	43.5	50
0-4000	22.7	100

الشكلIII-8: جهاز قياس (DBO_5)

III-8-7- تحديد كمية النتريت (NO_2^-)

تم تحديد كمية النتريت بواسطة جهاز(*Colorimètre*)

طريقة العمل

-نأخذ 10ml من العينة نضعها داخل أنبوب كالورمتري

-نسكب محتوى الكاشف داخل الأنبوب

-نغلق الأنبوب بإحكام و نرج جيدا و نتركه لمدة 15 دقيقة لتتفاعل

-نأخذ 10ml من الماء المقطر(الشاهد) و نضعها داخل أنبوب كالورمتري ثاني ثم نسكب محتوى الكاشف و نرج جيدا ثم نضعه داخل جهاز (Colorimètre) نضبط الجهاز على الصفر

-بعد 15 دقيقة من التفاعل نضع الأنبوب الذي يحتوي على العينة داخل جهاز القياس ثم نقرأ النتيجة مباشرة على الجهاز.

III-8-8- قياس كمية النترات (NO_3^-) :

تم تحديد كمية النترات NO_3^- بواسطة جهاز (Colorimètre).

الأدوات و الأجهزة المستعملة

- جهاز (Colorimètre DR/890)

- كأس بيشر بسعة 50ml

- أنبوب كالورمتري (Cuvette Colorimétrique) بسعة 25ml, 20ml, 10ml

- المتفاعلات

كاشف (Nitri Ver 5) بشكل كيس تجاري محضر مسبقا

III-8-9- قياس كمية المواد العالقة (MES):

طريقة العمل:

- ملء أنبوب الاختبار الأول ب 25ml من الماء المقطر والثاني ب25ml من العينة مياه الصرف

-ضبط الجهاز على (MES) بعد ضبط طول الموجة

- ضع العينة مكان القياس. أغلق الغطاء اضغط على دخول / قراءة ، بعدها قراءة النتيجة.

III-10-8- قياس قيمة مواد العضوية (MO) :

طريقة القياس الطيفي في الطول الموجى 420 نانومتر

- نضع 100ml من العينة ثم نضيف 10ml من كرومات البوتاسيوم ثم نضيف 20ml من ملح H_2SO_4 (0.1 N) نفس الإعداد للاختبار (10 دقائق من رد الفعل).

III-9- خلاصة:

لقد حاولنا في هذا الفصل تقديم المواد والأساليب المستخدمة في المحطة لتقييم النشاط النبات (Phragmites). على مدى فترة شهرين، حيث تم إجراء التحليل ألمختبري، من أجل تحديد المعايير الفيزيائية الكيميائية لمياه الصرف الصحي قبل وبعد الري. القيم التي تم اختبارها هي: درجة الحرارة و مواد العضوية والمواد العالقة و النترات و النتريت و الطلب البيوكيميائي للأكسجين والطلب الكيميائي للأكسجين و درجة الحرارة و قيمة (pH).

IV-1- مقدمة

بعد تحضير الأحواض التجريبية وبعدها ملئنها بالمياه المصرفة، قمنا بقياس تراكيز المواد المراد دراستها . بما ان الهدف من هذا العمل هو ملاحظة قدرة الأحواض المغروسة على التخلص من ملوثات العضوية وقد حددت مدة الدراسة بأربعة أيام كذلك الكثافة النباتية 15 ساق في كل حوض.

IV-2- فعالية الأحواض المغروسة:

IV-2-1- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه المستعملة:

المياه التي استعملناها في دراستنا مصدرها منطقة حضرية بأولاد جلال بسكرة وهي ذات طبيعة مياه مستعملة حضرية إذ تغلب عليها الطابع العضوي

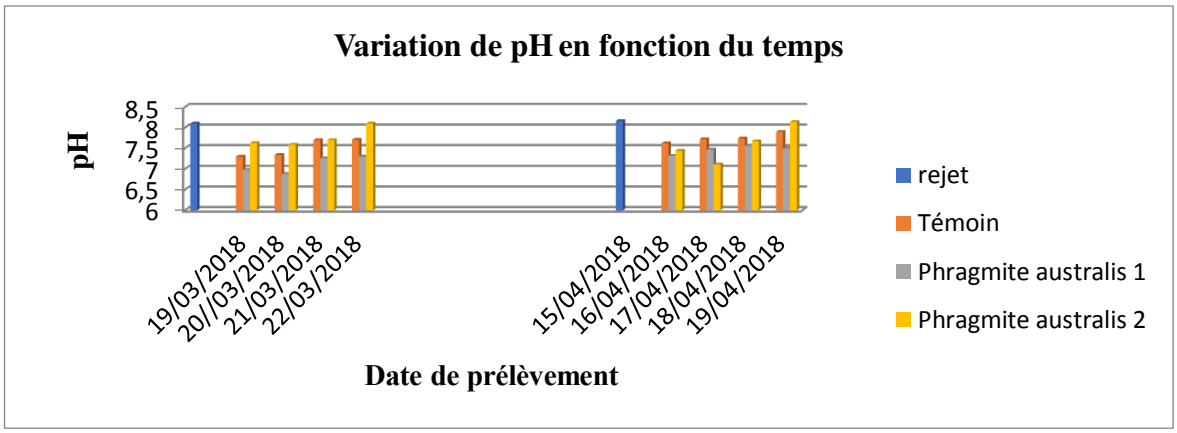
المرحلة الأولى (DCO)/(DBO)=1.48 والمرحة الثانية (DCO)/(DBO)=1.39 النتائج الفيزيائية والكيميائية مدونة في الجدول التالي

الجدول IV-1: قيم الفيزيو كيميائية للمياه المستعملة في تغذية أللأحواض.

pH	CE (Us/cm)	DBO_5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	T C°	NO_3^- (mg/l)	MO (mg/l)	O_2 (mg/l)	Turbidité NTU
8,1	4820	250	369,40	218	23	48,5	1,25	4,50	163
8,16	4840	279	389,2	230	24	50,1	2,30	4,90	189

IV-2-2- تغير الخصائص الفيزيائية والكيميائية بعد مرورها على الأحواض المغروسة:

أ- pH

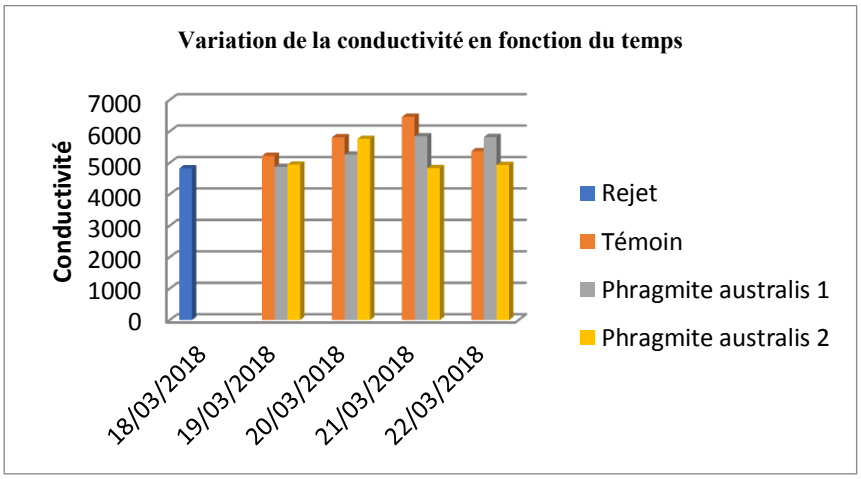


الشكل IV-1 : تغير pH بعد مرور المياه المستعملة في الأحواض

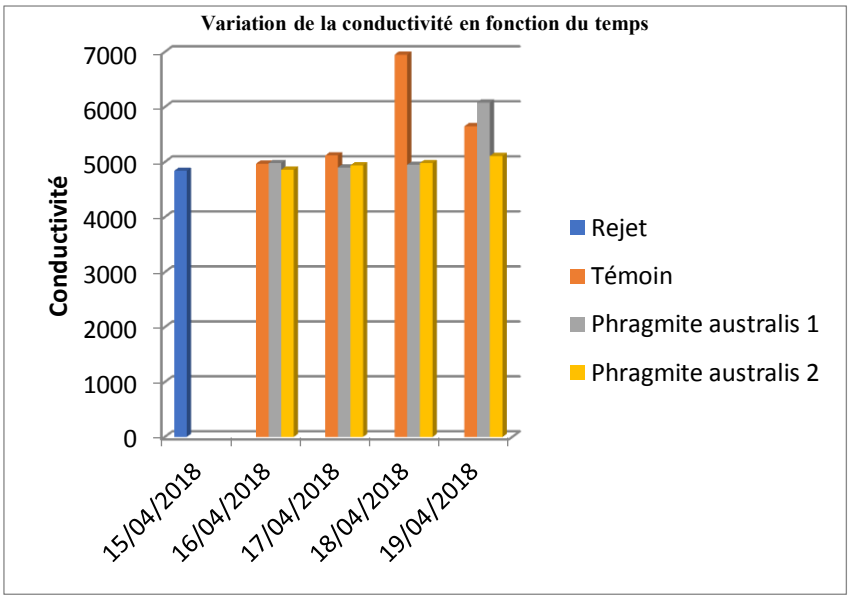
أل pH للمياه المصرفة تتغير مابين 8.1- 8.16 ولكن بالنسبة للمياه المعالجة فقد كان أل pHيتغير ما بين 6.88 إلى 8.14 نلاحظ ان القيمة اقل من الملاحظة في المياه المستعملة وهي تتراوح 5.55<pH<8.5 (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية (2010))

فحسب (RESJES K (2003)) ومن اجل تحقيق المعالجة المياه المصرفة ، الوسط الحيوي (أوالكتلة الحيوية) تحتاج إلى pH يقارب الحياد حتى يكون مردود المعالجة جيد وهذا ما حققته التجربة المستعملة

ب- الناقلية :



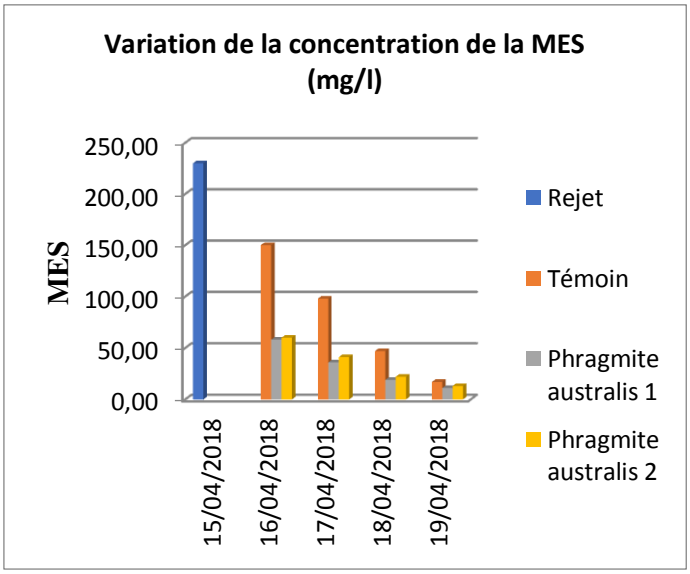
الشكل IV-2 : يوضح تغير الناقلية عند مخرج الأحواض التعبئة الأول

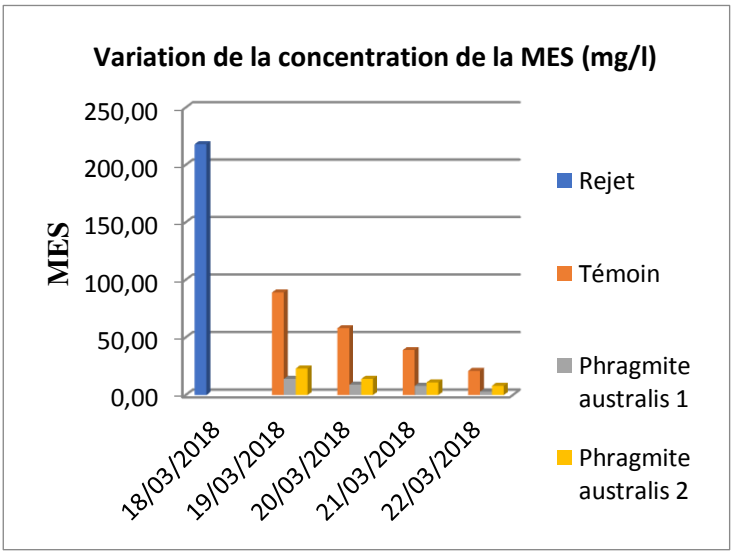


الشكل IV-3 : يوضح تغير الناقلية عند مخرج الأحواض التعبئة الثاني

نلاحظ من خلال الشكلين (IV-3، IV-2) نلاحظ ان الناقلية عند المخرج الأحواض المغروسة تزداد بالنسبة للمياه المستعملة هذه الزيادة لها علاقة بالتمعدن الزائد للمواد العضوية وكذلك لظاهرة الناتج ألتبخري والذي يؤدي إلى زيادة تركيز الأملاح المعدنية بسبب الحرارة المرتفعة للمنطقة ، نفس الملاحظة قام بها (((TIGLYENE et al (2005) وكذلك (ABISSY et al 1998).

ت- المواد العالقة (MES)

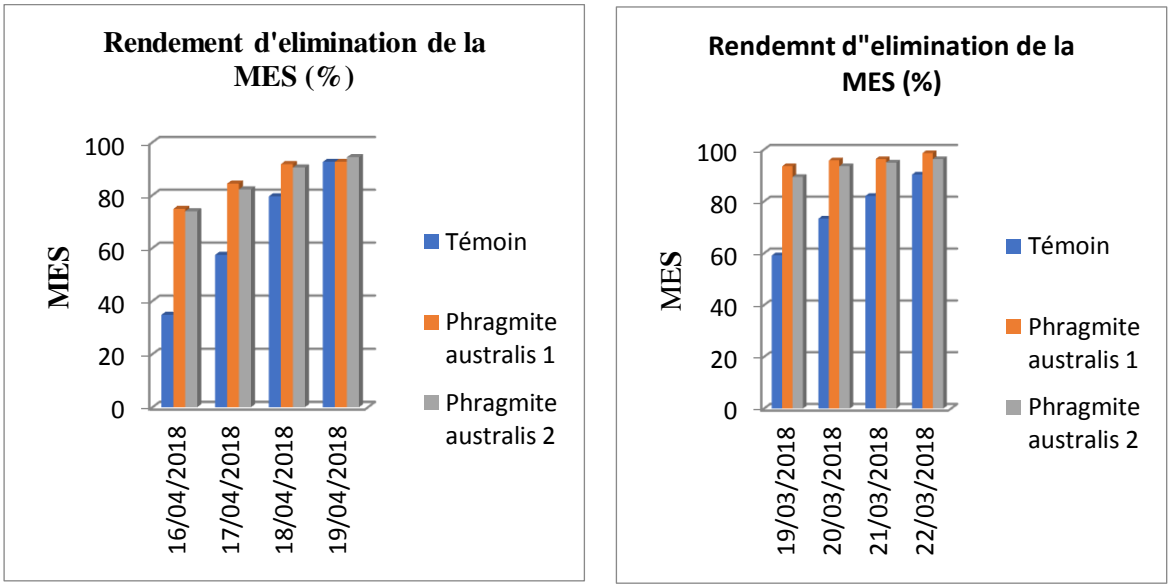




الشكل IV-4: يوضح تغير قيمة المواد العالقة

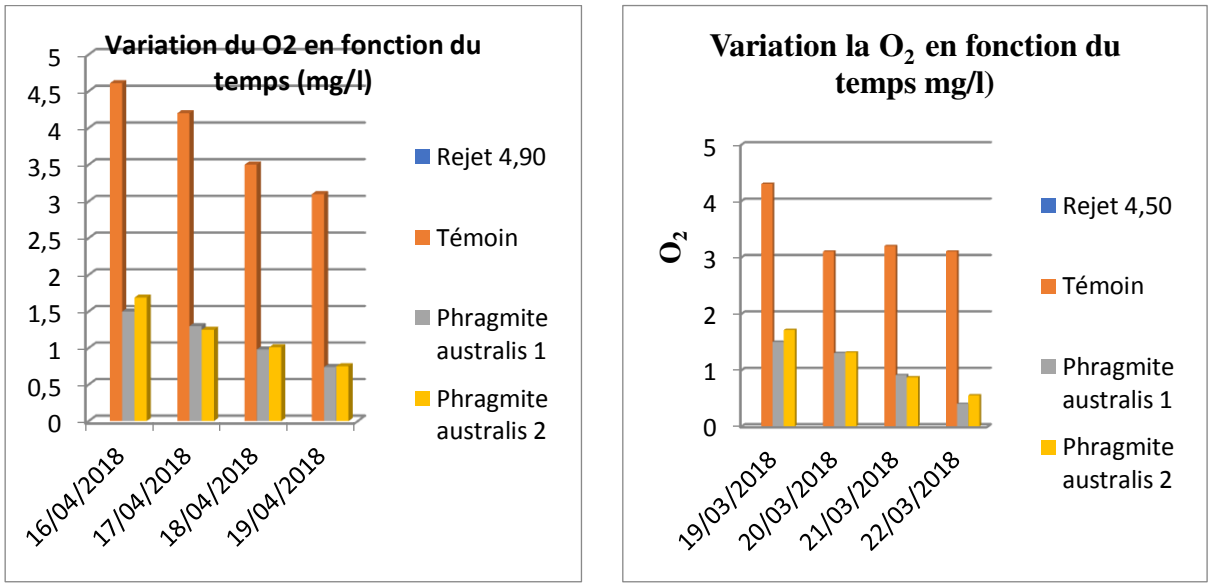
حسب ((OLIVIER (1995 قياس العكارة تتغير جد مهم لتقيم نسبة المواد العالقة (الشكلIV-4) بالنسبة لدراسة لاحظنا ان العكارة انخفض بنسبة كثيرة مما يوضح ان الماء أصبح أكثر نقاوة وانخفاض

العكارة ونقص المواد العالقة يسمح بمرور الضوء إلى الركيزة والذي يسمح بالقضاء على الكائنات الدقيقة المضرة بالأشعة فوق البنفسجية (Boutin (1987)) وعليه نلاحظ ان المواد العالقة انخفاضة بالنسبة كبيرة في الأحواض المزروعة مقارنة مع المياه الجوفية (الشكلIV-5)



الشكل IV-5: يوضح نسبة نقصان قيمة المواد العالقة عند مخرج الأحواض

ح- الأكسجين المذاب:



الشكلIV-6: يوضح تغير نسبة الأكسجين عند كل حوض

بالنسبة للأكسجين لاحظنا أن نسبته انخفضت بطريقة ملحوظة من 4.5 mg /l إلى 0.55 mg/l في المرحلة الأولى. وفي المرحلة الثانية من 4.9 mg/l إلى 0.75 mg/l.

حسب (**Grosclaude** et al 1999) بالنسبة للنبات فان نشاط التركيب الضوئي يزداد بازدياد الطاقة الضوئية في مرحلة النمو مما يفسر النتائج المتحصل عليها. في هذه المرحلة. الأكسجين يلعب دورا مهما، لأنه يساعد في تطوير الكائنات المجهرية اللاهوائية (Reddy et al 1983)

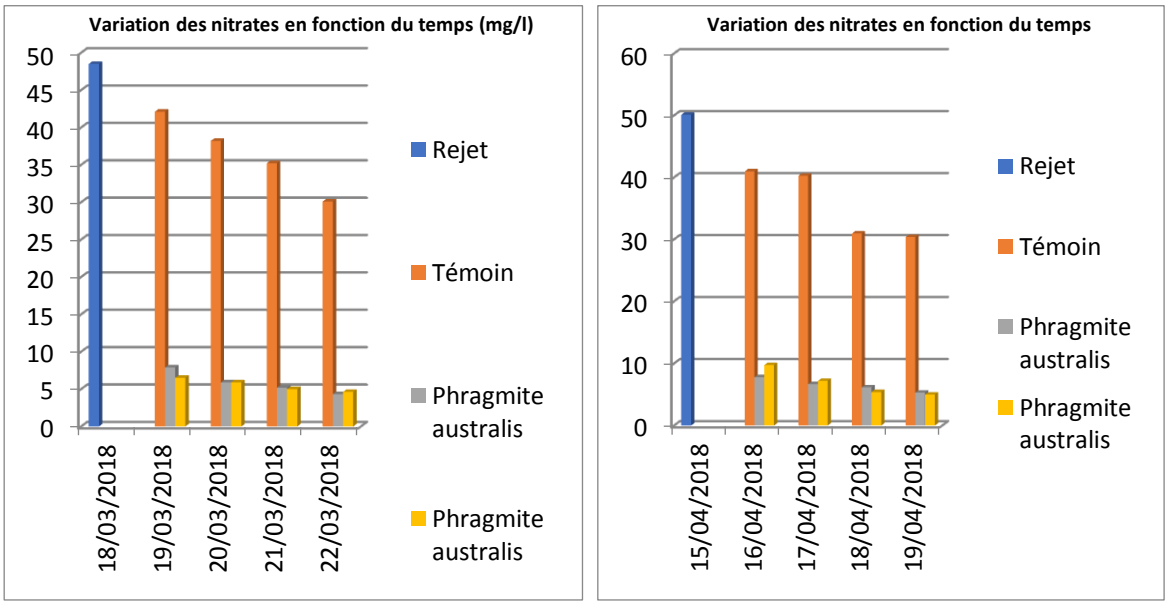
خ- تقليص النترات و النتريت عند مخرج الأحواض

خ-1- تقليص النترات

ان التخلص من المواد العضوية في الأحواض المغروسة يعتمد على العلاقة الشديدة بين النبتة و البكتيريا حيث تقوم هذه الأخيرة باستعمال الأكسجين المطروح من النبات في فترة التركيب الضوئي من اجل الكربون العضوي، وفي نفس الوقت المواد المنتجة في هذه العملية CO_2 و NH_4^+ تستعمل من طرف النبات.

النترات($N0_3^-$) والنتريت (NO_2^-) عبارة على عناصر كيميائية ناتجة عن دورة الازوت هذا الأخير المستهلك من طرف النبات على شكل النترات الذي يتواجد بقوة في الأسمدة.

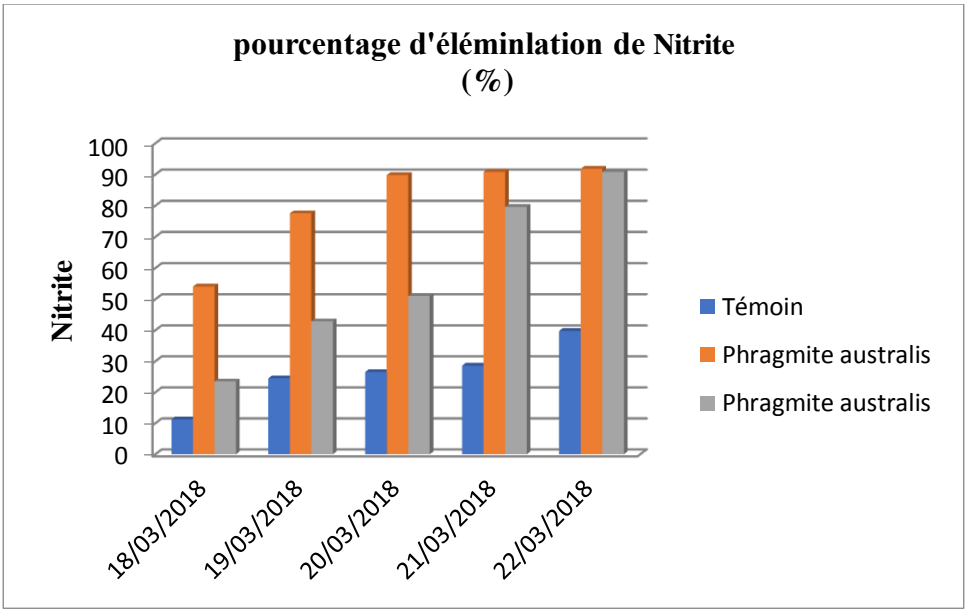
بالنسبة لا انخفاض نسبة النترات نلاحظ انخفاض ملاحظ في الأحواض المغروسة بالنسبة للحوض الشاهد. حصلن في الأولى 91% بينما في الثاني لم يتعدى 39% . ويعود هذا حسب ((BRIX (1993) إلى كون النباتات المستعملة(Phragmite australis). يوجد بها جزء جذري مهم وسطور يسمح بمرور الأكسجين في اتجاه الجذور والقنوات الجذرية(RIZHOMES) هذا الذي يساعد في تكاثر البكتيري الذي يؤدي إلى أكسدة النترات على مستوى الجذري



الشكل IV-7: يوضح تغير نسبة النترات عند كل حوض

خ-2- نسبة انخفاض النتريت في الأحواض

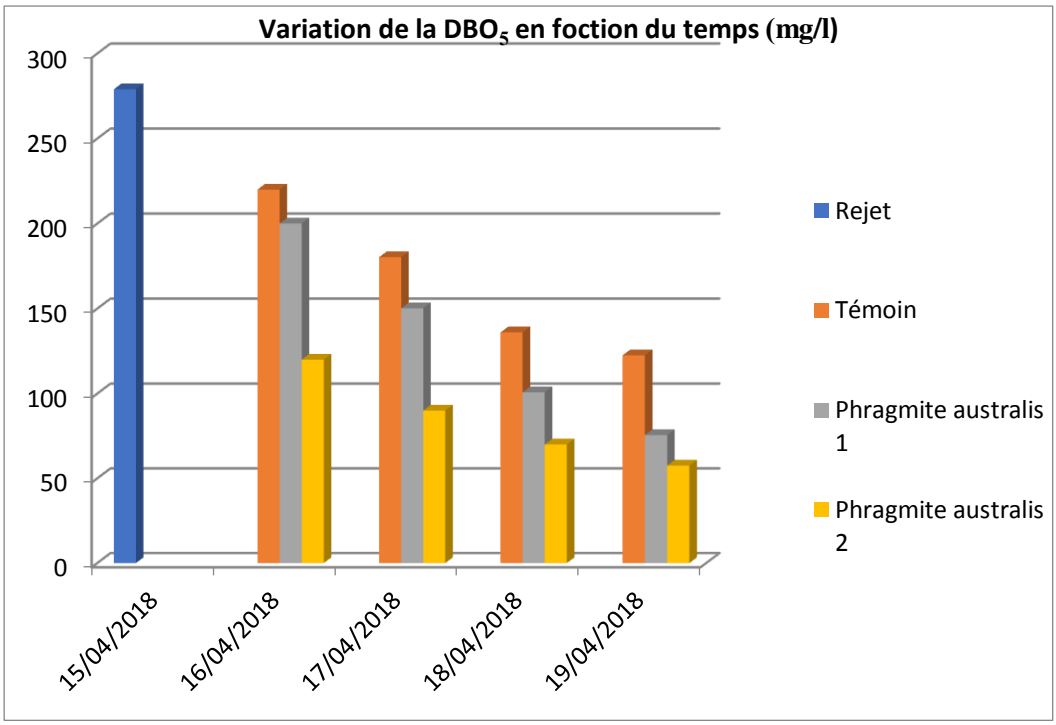
النترات والنتريت عبارة عن مواد تستعملها النبتة من اجل تطوير خلاياها ، وتستطيع تخربها في الجزء الجذري (الجذور والقنوات الجذرية) في السيقان وفي الأوراق . في الشكل نلاحظ انخفاض نسبة كبيرة من النتريت في الأحواض المغروسة



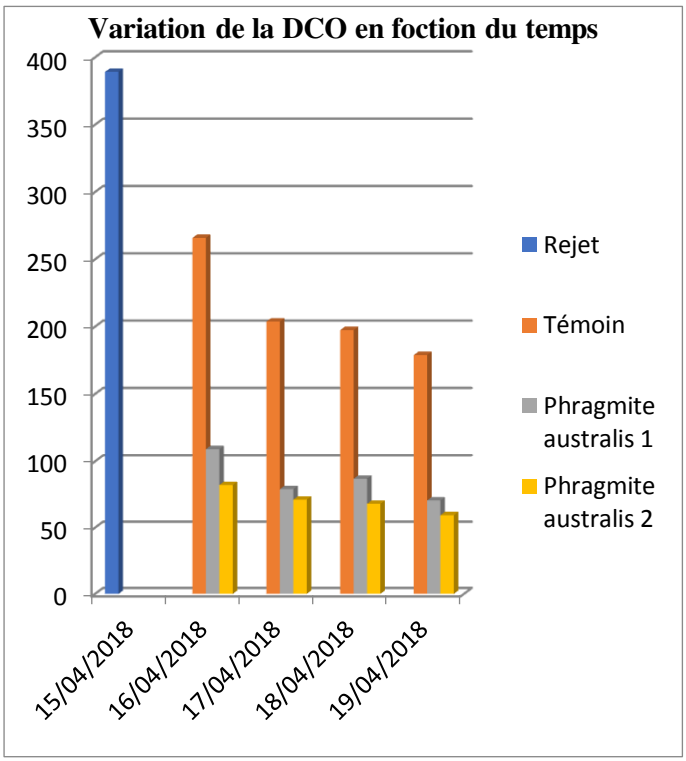
الشكلIV-8 : يوضح نسبة النتريت المتحصل عليها عند خروج من الأحواض

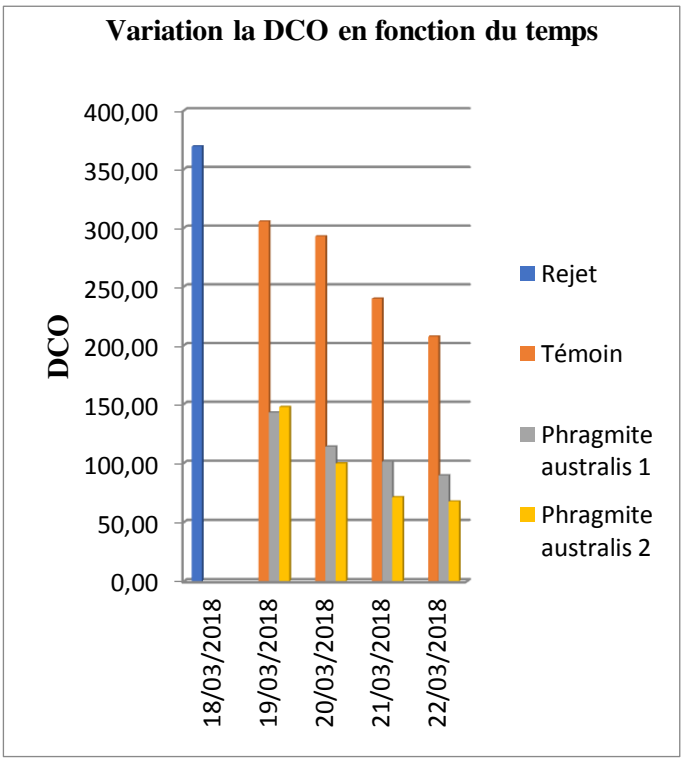
د- DCO،DBO :

يعتبر الطلب على أكسجين سواء من اجل تحلل المواد العضوية أو تفاعل المادة الكيميائية مؤشر مهم على نجاح عملية تنقية المياه المستعملة، وفي عملنا هذا لاحظنا انخفاض كبير على طلب الأكسجين (DBO) (DCO) خلال اليوم الرابع وصل إلى 90%. فانخفاض DBO يدل على ان الأحواض تتعرض إلى تهوية جيد مما يسمح بتحلل المادة العضوية حيث ان مادة الكربون تستعمل من طرف البكتريا و تعتبر مصدر طاقة لإنشاء خلايا جديدة للنباتات.أما انخفاض على تمعدن DCO يدل المادة العضوية التي تحتاجها النبات كمغذيات



الشكلIV-9: يوضح تغير قيمة DBO_5 في الأحواض





الشكل IV-10 : يوضح تغير نسبة DCO في الأحواض

IV-3- خلاصة:

في هذا الجزء من العمل كان الهدف هو تحديد قدرة الأحواض المغروسة على تنقية المياه المستعملة الحضرية. النتيجة المتحصل عليها توضح ان هذه الأحواض تضمن انخفاض ملاحظ في نسبة تراكيز الملوثات الموجودة في المياه المستعملة ولهذا نشجع استعمال هذه التقنية

خلاصة عامة

تعتبر تقنية معالجة المياه المستعملة (منزلية، حضرية، صناعية ، زراعية) الأكثر استعمالا في وقتنا الراهن ، لكونها تعتمد على نظام عمل طبيعي تكون فيه الركيزة (الحجارة ، الرمل) النبات والكائنات الحية هي المصنع الذي يعمل على المعالجة. ولهذا يعتبر اختيار هذه العناصر من أهم جزء في نجاح هذه التقنية لان تصفية المياه المستعملة آمر إجباري وهذه التقنية الطبيعة الاقتصادية تسمح بحماية هذه الثروة المائية وإعادة استعمالها بأقل تكاليف وكذلك تضيف لمسة جمالية للمحيط. الهدف من هذا العمل كان تجربة قدرة الأحواض المزروعة بالنباتات على تنقية المياه المستعملة في المناطق الشبه جافة.

كان اختيار ركيزة من الحصى الوديان والنبات هو (Phragmite australis).

لاحظنا انخفاض كبير في جميع الملوثات في الأحواض المغروسة، أما في الحوض الشاهد فكذلك كان هناك انخفاض رغم أن نسبة كانت عادية و لهذا نستطيع الاستنتاج أنه يجب مواصلة أبحاث في هذا المجال من أجل تحديد النبات الأكثر فعالية ، و الركيزة الأمثل و التي تدعم مردود هذه التقنية .