وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

University of Kassadi Merbah Ouargla

كلية الرياضيات وعلوم المادة

Faculty of Mathematics and Sciences of matter

قسم الكيمياء

Department of Chemistry

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء

التخصص: كيمياء تحليلية

من إعداد : كنونة عزوزية – زغابي هاجر

بعنـــوان

دراسة مقارنة لمحطتي تماسين وانقوسة لتطهير المياه المستعملة المنزلية بواسطة النباتات (دراسة نظرية)

نوقشت علنا يوم : 05 / 06/ 2022

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

الاسم و اللقب	الرتبة العلمية	المهمة	مكان العمل
عطية سالم	أستاذ محاضر أ	رئيس اللجنة	جامعة ورقلة
بن منين عبد القادر	أستاذ محاضر أ	مناقشا	جامعة ورقلة
حمادي بلقاسم	أستاذ محاضر أ	مؤطر	جامعة ورقلة

السنة الجامعية: 2022/2021

شكر وعرفان

بعد شكر الله سبحانه وتعالى على توفيقه لنا لإتمام هذا البحث المتواضع

نتقدم بجزيل الشكر الى الوالدين العزيزين اللذين أعانونا وشجعونا على الاستمرار في

مسيرة العلم والنجاح

نتقدم بالشكر الجزيل وفائق التقدير والاحترام الى أستاذنا الفاضل المشرف على هذه

المذكرة حمادي بلقاسم على قبوله الإشراف على هذه المذكرة والذي تابعنا طوال فترة

أعداد هذه الدراسة ، وأفادنا بالأفكار والنصائح

كما نتوجه بخالص الشكر والتقدير الى كل أساتذة قسم الكيمياء

كما نشكر كل من ساعدنا من قريب أو بعيد على انجاز وإتمام هذه المذكرة

كنونة عزوزية
زغابي هاجر

الإهداء

بدأنا بأكثر من يد وقاسينا أكثر من هم وعانينا الكثير من الصعوبات وها نحن اليوم والحمد لله نطوي سهر الليالي وتعب الأيام وخلاصة مشوارنا بين دفتي هذا العمل المتواضع

الى منارة العلم والإمام المصطفى الى الأمي الذي علم العالمين الى سيد الخلق الى رسولنا الكريم

سيدنا مُحَمَّد ﷺ

الى ملاكي في الحياة... الى معنى الحب والى معنى الحنان والتفاني .... الى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي... الى من رضاها غايتي وطموحي ... الى أغلى الحبايب

"أمي الحبيبة"

الى من سعى وشقي لأنعم بالراحة والهناء الى نبع العطاء الذي لم يبخل بشيء من اجل دفعي في طريق النجاح

"أبي الغالي" أدامه الله

الى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكراهم فؤادي الى **"أخواتي"** حفظهم الله

الى كل أهلي و أقاربي من الأجداد الى الأحفاد

الى من سرنا سويا ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح والإبداع الى من تكاتفنا يدا بيد ونحن نقطف زهرة وتعلمنا

الى صديقاتي العزيزات كل باسمه والى جميع زميلاتي دفعة الكيمياء التي تقاسمت معهم حلاوة العلم

الى من علمونا حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات من اسمي وأجلى عبارات العلم الى من صاغوا لنا علمهم حروفا وفكرهم منارة تنير لنا سيرة العلم والنجاح الى أساتذتنا الكرام

إلى من وسعه قلبي ولم يذكره لساني ولم تسعه اسطري وعباراتي .....إليكم جميعا اهدي عملي

كنونة عزوزية

الإهداء

اهدي ثمرة جهدي هذا الى من كانت دعواتها سر نجاحي الى من دعمتني في أفراحي وأقراحي الى التي جعل الله الجنة تحت أقدامها الى نبع الحنان وبسمة الزمان وسر الكيان حفظها الله

"أمي الغالية" حفظها الله

الى من ضحى لنعيش الى من كافح لنتعلم الى نبع العطاء وبلسم الشفاء الى

"أبي الغالي" حفظه الله

الى من تحمل أعينهم ذكريات طفولتي الى سندي في الحياة الى أحبة قلبي

"أخوتي" حفظهم الله

الى من سرنا سويا ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح والإبداع الى من تكاتفنا يدا بيد ونحن نقطف زهرة تعلمنا" **صديقاتي العزيزات"**

الى من علموني حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمى وأجلى عبارات في العلم الى من صاغو لنا علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لنا سيرة العلم والنجاح الى أساتذتنا الكرام

الى كل من كان لهم اثر على حياتي ،والى كل من أحبهم قلبي ونسيهم قلمي

زغابي هاجر

فهرس المحتويات

الفهرس		الصفحة
شكر وعرفان		I
الإهداء1		II
الإهداء2		III
قائمة الأشكال والصور		X
قائمة الجداول		XII
قائمة الرموز		XIII
المقدمة		1
الجزء النظري		
الفصل الاول: عموميات حول المياه العادمة		
1-I	مقدمة	03
2-I	تعريف تلوث المياه	03
3-I	أصل تلوث المياه	03
1-3-I	الملوثات الكيميائية	03
2-3-I	الملوثات البيولوجية	04
4-I	مصادر تلوث المياه	04
1-4-I	مصادر طبيعية	04
2-4-I	مصادر زراعية	04
3-4-I	مياه الصرف	04
4-4-I	مصادر أخرى متنوعة	04
5-I	تعريف المياه العادمة	04
1-5-I	مكونات المياه العادمة	05
2-5-I	مصادر المياه العادمة	05
1-2-5-I	المياه العادمة المنزلية	05
2-2-5-I	المياه العادمة الصناعية	05
3-5-I	أنواع المياه العادمة	05
1-3-5-I	المياه السوداء	05

2-3-5-I	المياه الرمادية	05
4-5-I	أهمية معالجة المياه العادمة	06
5-5-I	توزيع مياه الصرف المنزلية حسب مصدرها	06
1-5-5-I	المياه العادمة المنزلية	06
6-I	خصائص مياه الصرف الصحي	08
1-6-I	المعاملات الفيزيائية والكيميائية	08
1-1-6-I	المواد الصلبة والغرويات العالقة	08
2-1-6-I	الناقلية	09
3-1-6-I	الرقم الهيدروجيني	09
4-1-6-I	الأكسجين المذاب	09
5-1-6-I	المواد العضوية	09
6-1-6-I	الطلب البيو كيميائي للأكسجين DBO_5	09
7-1-6-I	الطلب الكيميائي للأكسجين DCO	09
8-1-6-I	نيتروجين الأمونيا	10
9-1-6-I	النتريت	10
10-1-6-I	النترات	10
11-1-6-I	الفوسفات	11
2-6-I	الكائنات الحية الدقيقة	11
1-2-6-I	خصائص الفصيلة البكتيرية المعوية	11
1-1-2-6-I	توطئة عامة	11
2-1-2-6-I	القولونيات	12
3-1-2-6-I	البكتيريا المسببة للأمراض	13
7-I	أنظمة الصرف الصحي	14
1-7-I	النظام الوحدوي	14
2-7-I	نظام الفصل	14
8-I	تأثيرات الصرف الصحي	14
الفصل الثاني: معالجة المياه العادمة		
1-II	مقدمة	17
2-II	تنقية تقنية	17
1-2-II	مراحل المعالجة	17
1-1-2-II	المعالجة الاولية	17

2-1-2-II	المعالجة الأولى	18
1-2-1-2-II	العمليات على خزانات الترسيب	21
3-1-2-II	العلاج الثانوي	22
1-3-1-2-II	العلاجات البيولوجية	28
4-1-2-II	العلاج الثلاثي	29
1-4-1-2-II	المعالجة الفيزيائية والكيميائية	29
2-4-1-2-II	المعالجة البيولوجية	29
3-4-1-2-II	العلاج البيكتريولوجي	29
4-4-1-2-II	العلاج البيكتريولوجي بالأشعة فوق البنفسجية	29
5-4-1-2-II	المعالجة الفيزيائية والكيميائية	30
3-II	مختلف أنواع معالجة مياه الصرف الصحي	30
1-3-II	التنقية بالزراعة الحرة للبكتيريا	30
2-3-II	التنقية بواسطة الحماة المنشطة	30
3-3-II	التنقية بواسطة المرشحات الرملية	31
4-3-II	التنقية بالبحيرات	32
5-3-II	التنقية بالزراعة الثابتة	33
الفصل الثالث: التنقية النباتية		
1-III	مقدمة	36
2-III	تاريخ التنقية النباتية	36
3-III	مبدا العلاج	36
1-3-III	تنقية المياه العادمة بأحواض الترشيح	36
4-III	أنظمة التنقية النباتية المختلفة	37
1-4-III	بحيرات ذات نباتات مجهرية: (Lagunage à microphytes)	37
2-4-III	بحيرات ذات نباتات عادية: (Lagunage à macrophytes)	37
1-2-4-III	آليات التنقية والمعايير البيئية	38
2-2-4-III	أنواع التدفق في المرشحات المغروسة	38
1-2-2-4-III	المرشحات المزروعة بالتدفق العمودي	38
1-1-2-2-4-III	أساسيات التحجيم	39
2-1-2-2-4-III	المواد	39
3-1-2-2-4-III	مبدا العمل	40
4-1-2-2-4-III	التصريف	40

III-4-2-2-1-5	الغرس	40
III-4-2-2-1-6	الاستغلال	41
III-4-2-2-1-7	الأداء	42
III-4-2-2-1-8	المزايا التقنية	42
III-4-2-2-1-9	عيوب التقنية	42
III-4-2-2-2	مرشحات مزروعة بالتدفق الأفقي	43
III-4-2-2-2-1	أساسيات التحجيم	43
III-4-2-2-2-2	قسم الترشيح	43
III-4-2-2-2-3	عمق المرشح	43
III-4-2-2-2-4	مبدا العمل	44
III-4-2-2-2-5	المواد	44
III-4-2-2-2-6	النباتات	45
III-4-2-2-2-7	الأداء	46
III-4-2-2-2-8	المزايا التقنية	46
III-4-2-2-2-9	العيوب التقنية	47
III-5	حدائق المياه العادمة	47
III-5-1	التعريف	47
III-5-2	تقديم محطة WWG لقصر تماسين القديم	47
III-5-2-1	معالجة المياه العادمة المنزلية بواسطة المحطة التجريبية WWG تماسين	49
III-5-2-2	نظرة عامة	49
III-5-2-3	العلاج الأولي	50
III-5-2-3-1	مرشح خزان الصرف الصحي	51
III-5-2-4	المعالجة الثانوية	51
III-5-2-4-1	تدفق المياه	52
III-5-2-4-2	مدة بقاء المياه العادمة	52
III-5-2-5	منطقة التصريف / الفلتر الأخضر	52
III-5-2-6	المكونات الرئيسية لمحطة تماسين	53
III-5-2-6-1	النباتات	53
III-5-2-6-2	الماء	54
III-5-2-6-2-1	الحجم الإجمالي لحوض WWG وحجم المياه	54
III-5-2-6-2-2	مستوى الماء	54

3-6-2-5-III	العزل المائي لحوض WWG	54
4-6-2-5-III	أبعاد منطقة الصرف	54
5-6-2-5-III	الري الجوفي	55
6-6-2-5-III	تحميل المياه المراد معالجتها	55
7-6-2-5-III	معدل التنقية المستهدفة	55
3-5-III	تقديم محطة معالجة مياه الصرف الصحي WWG في انقوسة	56
1-3-5-III	طريقة عمل محطة انقوسة	57
2-3-5-III	النباتات المستخدمة	58
3-3-5-III	دور القصب	59
4-3-5-III	دور الكائنات الحية الدقيقة	59
5-3-5-III	كفاءة التقنية	59
6-3-5-III	السلبيات	60
7-3-5-III	محطة بيئية 100%	60
8-3-5-III	مزايا وعيوب الطاقة الشمسية	62
الجزء العملي		
الفصل الرابع: طرق و أدوات		
1-IV	مقدمة	64
2-IV	عرض منطقة الدراسة :تماسين	64
1-2-IV	تقديم محطة التنقية بتماسين	64
3-IV	عرض منطقة الدراسة انقوسة	65
1-3-IV	تقديم محطة التنقية انقوسة	65
4-IV	الأهداف	66
5-IV	مواقع جمع العينات	66
6-IV	اخذ العينات	66
7-IV	الطريقة	67
8-IV	الكواشف والمعدات المستخدمة	67
1-8-IV	تحديد الناقلية	67
2-8-IV	قياس الأس الهيدروجيني	67
3-8-IV	جرعة الأكسجين المذاب	67
4-8-IV	تحديد المواد الصلبة العالقة MES	68

5-8-IV	تحديد DCO	68
6-8-IV	تحديد DBO_5	70
7-8-IV	الفرق بين DCO وDBO_5	71
8-8-IV	نسبة DCO/ DBO_5	71
9-8-IV	تحديد درجة تلوث مياه الصرف الصحي	71
الفصل الخامس : مناقشة النتائج		
1-V	مقدمة	75
2-V	عرض النتائج	75
3-V	مناقشة النتائج	77
4-V	طبيعة مياه الصرف الصحي في منطقتي (انقوسة ، تماسين)	77
5-V	التطور الزمني للملوثات	79
1-5-V	التطور الزمني للمعاملات البيئية (درجة الحرارة T و درجة الحموضة PH)	79
2-5-V	التطور الزمني للتلوث العضوي	84
1-2-5-V	التطور الزمني للمواد الصلبة (MES)	85
2-2-5-V	التطور الزمني للطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO)	87
3-2-5-V	التطور الزمني للطلب البيو كيميائي على الأكسجين (DBO_5)	88
الخلاصة العامة		
المراجع		
الملخص		
الملاحق		

قائمة الأشكال والصور

الرقم	العنوان	الصفحة
1-I	توزيع المياه المنزلية حسب لونها	07
2-I	توزيع المياه العادمة حسب الاستخدام المنزلي	08
1-II	قانون الأسهم (كار دوت، 1999)	19
2-II	خزان ترسيب مهجور	20
3-II	جدران خزان الترسيب	20
4-II	مبدا التعويم	22
5-II	بنية المادة الغروانية	22
6-II	مبدأ المعالجة الثانوية بالحمأة المنشطة	23
7-II	اصطناع (poly -B -PHB) hydroxybutyrate في ظل الظروف اللاهوائية	27
1-III	مخطط تصميم للمرحلتين الأولى والثانية	39
2-III	مقطع عرضي لمرشح مزروع بالتدفق العمودي	40
3-III	مقطع عرضي لمرشح مزروع بالتدفق أفقي	44
4-III	رسم تخطيطي لمحطة معالجة حدائق مياه الصرف الصحي (WWG)،قصر تيماسين القديم (OURGLA.W) مع تدفق المياه	48
5-III	الهيكل الكامل لوحدة WWG	49
6-III	ليف محطة تماسين	50
7-III	خزان الصرف الصحي من محطة تماسين	50
8-III	مدخنة الصرف الصحي لمحطة تيماسين	51
9-III	مياه الصرف الصحي لحدائق محطة تيماسين	52
10-III	وحدة WWG - منطقة الصرف / المرشح الأخضر	53
11-III	*مقطع عرضي للمرشح المزروع مع التدفق العمودي*	*58*
12-III	*نبات القصب (phragmites communis) (محطة انقوسة)*	*58*
13-III	الواح شمسية كهرو ضوئية	61
1-V	التطور الزمني لدرجة حرارة المياه المعالجة خلال سنة المراقبة (2021)	80
2-V	التطور الزمني للأس الهيدروجيني للمياه المعالجة خلال سنة المراقبة (2021)	80

3-V	التطور الزمني لقابلية التحلل الحيوي $K = \frac{DCO}{DBO5}$ خلال سنة المراقبة (2021)	84
4 -V	التطور الزمني للمواد الصلبة العالقة (MES) للمياه المعالجة خلال سنة المراقبة (2021)	85
5-V	التطور الزمني للطلب الكيميائي للأكسجين DCO على المياه المعالجة خلال سنة المراقبة (2021)	87
6-V	التطور الزمني للطلب البيوكيميائي على الأكسجين DBO_5 للمياه المعالجة خلال سنة المراقبة (2021)	89

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1-I	خصائص البكتيريا المعوية	12
1-II	الإنزيمات المختلفة المشاركة في نزع النيتروجين	25
2-II	مزايا وعيوب عمل الحماة المنشطة	31
3-II	مزايا وعيوب عمل المرشح الرملي	32
4-II	مزايا وعيوب عمل البحيرات	33
1-III	عمل مرشحات مزروعة ذات التدفق العمودي	41
2-III	عمل مرشحات مزروعة ذات التدفق الأفقي	46-45
3-III	معدل التنقية المستهدف بواسطة حوض تماسين	56
4-III	نسبة كفاءة التنقية لمحطة انقوسة	60
1-IV	نطاق الجودة	72
2-IV	نطاق جودة de BILIEFERT	73
1-V	متوسط نتائج التحليلات المراقبة خلال سنة (2021) لمحطة انقوسة	76
2-V	متوسط نتائج التحليلات المراقبة خلال سنة(2021) لمحطة تماسين	76
3-V	متوسط نتائج تحليلات التلوث الفيزيائي درجة حرارة T ودرجة الحموضة pH خلال عام المراقبة (2021)	77
4-V	معاملات التحلل البيولوجي لمياه الصرف الصحي لمنطقة انقوسة	78
5-V	معاملات التحلل البيولوجي لمياه الصرف الصحي لمنطقة تماسين	79

قائمة الرموز

الرمز	التسمية
C_E	الناقلية الكهربائية
CFFécaux	القولونيات البرازية
CFTotaux	إجمالي القولونيات
DCO	الطلب الكيميائي لأكسجين
DBO_5	الطلب البيوكيميائي للأكسجين
MES	المواد العالقة الصلبة
MRE/ DAPE	وزارة الموارد المائية /مديرية الصرف الصحي وحماية البيئة
$N\text{-}NO_2^-$	النتريت
$N\text{-}NO_3^-$	النترات
$N\text{-}NH_4^+$	الأمونيوم
O_{diss}	الأكسجين المذاب
$P\text{-}PO_4^{3-}$	الاورثوفوسفات
pH	الأس الهيدروجيني
STEP	محطة معالجة
WWG	حدائق المياه
ZHA	الأراضي الرطبة الصناعية

المقدمة

المقدمة

تعتبر المياه ضرورية للحياة و هي مورد مرغوب فيه للغاية، إذ تضطر السلطات المحلية الى اخذ هذا المورد في الاعتبار في خططها التنموية .

في أيامنا هذه معظم الدول النامية تواجه مشاكل عدة في البيئة خاصة تلك التي لها علاقة بمعالجة المياه المستعملة حضريا، التخلص من هذه المياه يؤثر على المياه السطحية إذا كانت غير معالجة تصبح هذه المياه مستوطن للبكتيريا، و الكائنات الضارة، و تعطي رائحة كريهة و تكون غير صالحة للاستعمال من طرف الإنسان، بالرغم من المجهودات المبذولة في إنجاز محطات معالجة المياه المستعملة حضريا بالطرق القديمة الكلاسيكية (الحماة و السرير البكتيري ...) هذه الطرق معقدة بسبب تشغيلها و صيانتها و تكلفتها المرتفعة، حيث نجد معظم دول العالم في اهتمام متزايد من طرف الشعوب للمحافظة على البيئة من التلوث باستخدام طرق و تقنيات حديثة من بينها محطات المعالجة بالنباتات، حيث أثبت كفاءاتها وقدرتها على تحقيق المواصفات المرغوبة لمياه الصرف عن طريق إنقاص نسبة الملوثات و العوامل الممرضة والوصول إلى الحدود المسموحة لاستخدام المياه الناتجة عنها في الزراعة دون استخدام المحاليل الكيميائية .[1]

لا تستثنى مدينتنا انقوسة وتماسين من هذه القاعدة ، حيث شهدت في السنوات الأخيرة تطورا ديموغرافيا كبيرا أدى إلى زيادة معدل الاتصال بشبكات الصرف وبتالي زيادة تدفق المياه المستعملة. ومن هنا تأتي الحاجة الى بناء محطات لمعالجة مياه الصرف الصحي.

في الواقع، تم تجهيز كل من مدينتي انقوسة (2008)، تماسين (2007)بمحطتي تنقية المياه المستعملة بواسطة النباتات.

يهدف هذا العمل الى مقارنة أداء تنقية المياه المستعملة بين محطتي (انقوسة وتماسين) اللتان تعملان بالنباتات، والتي سترشدنا فيما بعد الى وجهة المياه المعالجة (التصريف في البيئة الطبيعية، الري....الخ) واقتراح الحلول اللازمة للمشكلات التي تمت مواجهتها في عملية المعالجة المعتمدة. ومن اجل مناقشة مشكلة البحث هذه، تطرقنا الى الجزأين التاليين:

يتعلق الجزء الاول بالجانب النظري، والذي يتضمن الفصول الثلاثة الأولى

الفصل الأول : يصف المعلومات العامة عن المياه العادمة، الفصل الثاني: يدرس تقنيات معالجة المياه العادمة المختلفة، الفصل الثالث : يحث على دراسة مفصلة عن التنقية النباتية .

ويتعلق الجزء الثاني بالجانب العملي(التجريبي) الذي يشمل الفصلين الرابع والخامس.

الفصل الرابع: تقديم الطرق والمواد المختلفة المستخدمة لتحقيق التجارب المختلفة.

الفصل الخامس : عرض النتائج التي تم الحصول عليها وتفسيراتها ،وننهي مذكرتنا بخاتمة.

الفصل الأول

عموميات حول المياه العادمة

I -1- مقدمة

التلوث البيئي الناتج عن المياه العادمة قبل ا لمعالجة غير الكافية يؤدي إلى تدهور النظام البيئي من خلال تلوث موارد مياه الشرب ويمثل أحد الأسباب الرئيسية للأمراض التي تصيب الإنسان في جميع أنحاء العالم (حوالي 3.5 مليون شخص، أو حوالي 9000 شخص في اليوم، معظمهم من الأطفال دون سن 5 ، يموتون كل عام من الأمراض الناجمة عن التلوث المرتبط بمياه الصرف الصحي غير المعالجة مثل: الإسهال والكوليرا والتيفوئيد ، ومع ذلك ، فإنه ليس من الضروري تجريم المياه العادمة ولكن من الضروري معالجة وإدارة بعض مكوناتها على وجه الخصوص مادة البراز هي واحدة من أغنى المواد وأكثرها إنتاجية وهي الفضلات (تسمى عادة "المياه السوداء" عند مزجها بالماء) تحتوي على العديد من العناصر الغذائية ، وهما من أكثر المواد المرغوبة: النيتروجين والفوسفور ، وغالبًا ما يطلق عليهما "العوامل المحددة."

I-2- تعريف تلوث المياه:

جاء تعريف منظمة الصحة العالمية عام 1961م لتلوث المياه على أنه : " هو أي تغير يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغير في حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بحيث تصبح المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها، سواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره". [1]

وعرف هوبكنز شولز **(Hopkins et Schulz)** سنة 1954م الماء الملوث بأنه الماء الذي تنخفض درجة جودته نتيجة لاختلاطه بمخلفات الصرف الصحي أو غيرها من المخلفات فتجعله غير صالح للشرب أو للاستعمال في الأغراض الصناعية. وتأثير مكونات الماء على استعماله يعتمد على تركيز هذه المكونات فإذا كانت بتركيز منخفض بدرجة كافية، فلا يكون لها تأثير ضار عند استعمال الماء في أي غرض، وفي الواقع هناك العديد من المكونات التي يمكن الاعتراض على وجودها بتركيز مرتفع، ولكن وجودها يمكن أن يصبح مقبولا في حالة وجودها بتركيزات منخفضة عند استخدام الماء في غرض معين. [1]

I-3- أصل تلوث المياه:

تلوث المياه هو في الأساس نتيجة الأنشطة البشرية. في الواقع ، أدى نمو سكان العالم إلى زيادة استخدام المياه لإخلاء النفايات البشرية التي هي مصدر التلوث العضوي و البيولوجي. فإن تكثيف الزراعة بالمنتجات الكيماوية (الأسمدة والمبيدات) هو أحد أصول إدخال الملوثات الكيميائية (المعادن الثقيلة ، الملوثات الدقيقة) ، والتي تشكل خطورة كبيرة على البيئة. توجد بشكل عام مجموعتان من ملوثات المياه:

I -1-3- الملوثات الكيميائية:

نميز نوعين من ملوثات :

الملوثات العضوية التي هي أجناس(LEMENT) قابلة للتحلل الحيوي (مواد عضوية ، دهون) باستثناء المركبات العضوية الاصطناعية (مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور).

الملوثات غير عضوية تعتبر من الملوثات الأكثر سمية بشكل عام. المعادن الثقيلة (Cd,Pb,Zn,Cr,Cu) من الأنشطة الصناعية ، وكذلك الممارسات الزراعية تنتمي إلى هذه الفئة. حاليًا نحن نتحدث عن الملوثات الدقيقة التي يتم تعريفها على أنها مركبات موجودة في مياه الصرف الصحي أو الحمأة أو المياه الطبيعية "بتركيزات منخفضة للغاية تصل إلى ميكروغرام أو نانوغرام لكل لتر .[2] أترازين ، مبيد حشري ، بيسفينول. أ ، مادة مضافة للبلاستيك ، وميثيل ثلاثي بوتيل إيثر، من بين الملوثات الدقيقة يمكن إضافة منتجات النظافة الشخصية أو المستحضرات الصيدلانية إلى هذه القائمة يتم إدخال هذه الأخيرة في المياه عن طريق البول أو الفضلات أو إلقاء الأدوية في المراحيض.

I-2-3- الملوثات البيولوجية:

البكتيريا المسببة للأمراض وبعض الفيروسات والبروتوزوا هي التي يمكن أن تنقل العدوى الى البشر وتسبب الأمراض، مثل داء السلمونيلات وداء الشيغيلات وشلل الأطفال. بشكل عام ، تأتي هذه العوامل من إفرازات حاملي العدوى أو المرضى.

I-4- مصادر تلوث المياه:

تتعدد مصادر تلوث المياه ويمكن تقسيمها الى :

I-4-1- مصادر طبيعية: وتشمل الجو، المعادن الذائبة، تحلل المواد النباتية، والجريان السطحي للأملاح والكيماويات.

I-4-2- مصادر زراعية: وتشمل الانجراف المائي للتربة، مخلفات حيوانية (مزارع الإنتاج الحيواني والدواجن)، أسمدة كيماوية ومبيدات، مياه الري.

I-4-3- مياه الصرف: وتشمل الصرف الصحي، والصرف الصناعي، مركبات البحرية والحوادث البحرية.

I-4-4- مصادر أخرى متنوعة: مثل أنشطة البناء، المناجم، الماء الجوفي، أماكن تجمع القمامة، وأماكن إنتاج الإسمنت، .....الخ. [3]

I-5- تعريف المياه العادمة:

وتُعرّف بأنّها المياه التي تُخلّفها المصانع والشركات والمزارع، بالإضافة إلى مياه الصرف الصحي الصادرة عن المنازل؛ كمياه أحواض السباحة، والمراحيض، والاستحمام، والتنظيف، وغيرها، ولهذا تتفاوت درجات تلوّثها باختلاف المكان وكيفية استخدامها، وعليه

تُعدّ معالجة المياه العادمة ضرورية جداً كي تُصبح قابلةً للاستخدام مرّةً أخرى قبل إرجاعها إلى البيئة المائية، بحيث لا تزيد أكثر من تلوّثها. [3]

I-1-5- مكونات المياه العادمة:

تتكوّن المياه العادمة بنسبة 99.9% من المياه طبيعيّة، وما نسبته 0.1% من الملوثات المتنوّعة التي تجعل منها غير قابلة للاستعمال.

I-2-5- مصادر المياه العادمة:

تُصنّف مصادر المياه العادمة إلى مصدرين رئيسيين كالآتي :[3]

I-1-2-5- المياه العادمة المنزلية: تنتج عادةً من الأنشطة المنزلية؛ كالتنظيف، والاستحمام، والطبخ، والمرافق الصحية، وغيرها، كما تضم المياه التي تُصرّف من المباني والمؤسسات الصناعية والتجارية، و جزءاً من المياه الجوفية، بالإضافة للمياه الناجمة عن العواصف المطريّة[3]، ويجدر الذكر أنّ معالجة المياه العادمة المنزلية تزداد صعوبةً؛ نتيجةً لازدياد كميّات المواد الكيميائية التي تدخل مياه الصرف المنزليّة من أدوية، ومنتجات عناية شخصية، وغيرها.[3]

I-2-2-5- المياه العادمة الصناعية: يأتي هذا النوع من المياه بشكل أساسي من الأنشطة الصناعية. غالبا ما تحتوي على مركبات الضارة بالبيئة. في الواقع ، العديد من المعادن الثقيلة (الكادميوم ،الزنك ،الرصاص ،لكروم والزئبق)، والمركبات العضوية الاصطناعية غير قابلة للتحلل أو يصعب تحللها ، والدهون ، غالبا ما توجد بكميات كبيرة.

I-3-5- أنواع المياه العادمة:

هناك نوعان رئيسيان من المياه العادمة، وهما كالآتي. [3]

I-1-3-5- المياه السوداء: بالإنجليزية (Blake water)؛ هي المياه الخارجة من المراحيض، والمياه المنبعثة عن أحواض المط3بخ التي تتصف بشدة تلوثها بزيوت الطبخ، والشحوم وبقايا الطعام.

I-2-3-5- المياه الرمادية: بالانجليزية :(Grey water)؛ تشمل المياه الصادرة من أحواض الاستحمام ،المغاسل، الغسالات، البانيو.....الخ، باستثناء مياه المراحيض.

I-4-5- أهمية معالجة المياه العادمة:

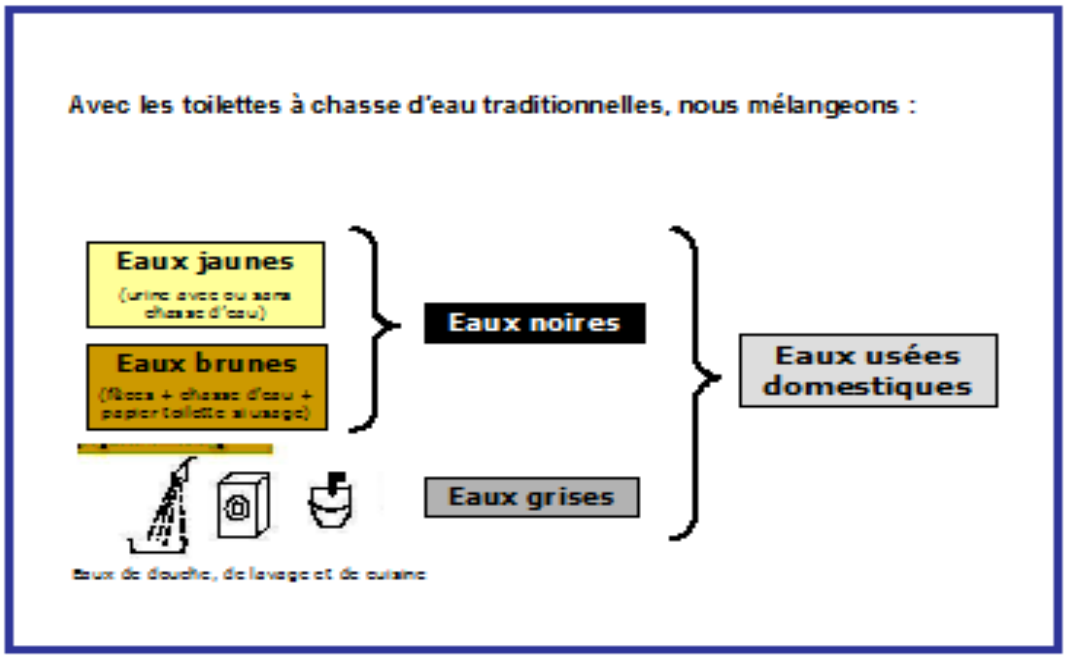
تُعرّف معالجة المياه العادمة بأنّها عملية إزالة الشوائب والملوّثات من المياه العادمة قبل وصولها إلى مصادر المياه الجوفية أو مسطّحات المياه الطبيعية؛ كالمحيطات، والبحيرات، والأنهار، ومصبّاتها،[3] وتُعدّ عملية معالجة المياه العادمة مهمّةً للحفاظ على البيئة والصحّة بشكلٍ عام، وفيما يأتي أهم أسباب معالجة المياه العادمة:[3]

- الحفاظ على مصائد الأسماك: تُعتبر المياه النظيفة عاملاً رئيسياً لعيش الحيوانات والنباتات في المياه، وبالتالي فهي مهمّة لقطاع صيد الأسماك.
- الحفاظ على الحياة المائيّة البريّة: حيث ترتبط الأنهار والمحيطات وغيرها بحياة العديد من الكائنات التي تعتمد على السواحل والشواطئ والمستنقعات للحصول على الغذاء والراحة، كما تُعتبر موطناً للعديد من الأسماك وغيرها من الحيوانات المائية.
- التقليل من المخاطر الصحيّة: تنقل المياه الملوثة بالبكتيريا الضارة العديد من الأمراض، ولهذا يجب الحفاظ عليها وتنظيفها لتكون آمنةً لكلّ من يقترب منها أو يعتمد عليها.
- الترفيه: تُعدّ المناطق المائيّة مصدر رفاهية للعديد من الناس، فبعضها تُمثّل مناطق سياحية تجذب الزوار للأنشطة المائية؛ كالسباحة، وصيد الأسماك، وركوب القوارب، وبعضها الآخر يُعدّ مكاناً لعيش العديد من الناس الذين يُفضّلون العيش بالقرب من المياه.

I -5-5- توزيع مياه الصرف المنزلية حسب مصدرها:

I-5-5-1- المياه العادمة المنزلية: تم تصنيف المياه المستعملة المنزلية حسب الدراسات و البحوث العلمية على النحو التالي:

مع المراحيض المنزلية المستعملة ، يختلط الماء الأصفر (البول مع الماء أو بدونه) والماء البني (الأرداف +ماء+ ورق المراحيض إذا تم استخدامه ، بدوره يتحول إلى المياه السوداء، والمياه الرمادية (دش ، غسيل ومياه مطبخ) ، لذلك فان المياه السوداء و المياه الرمادية تشكل نوعين من مياه الصرف الصحي المنزلية الشكل **(I -1)**.

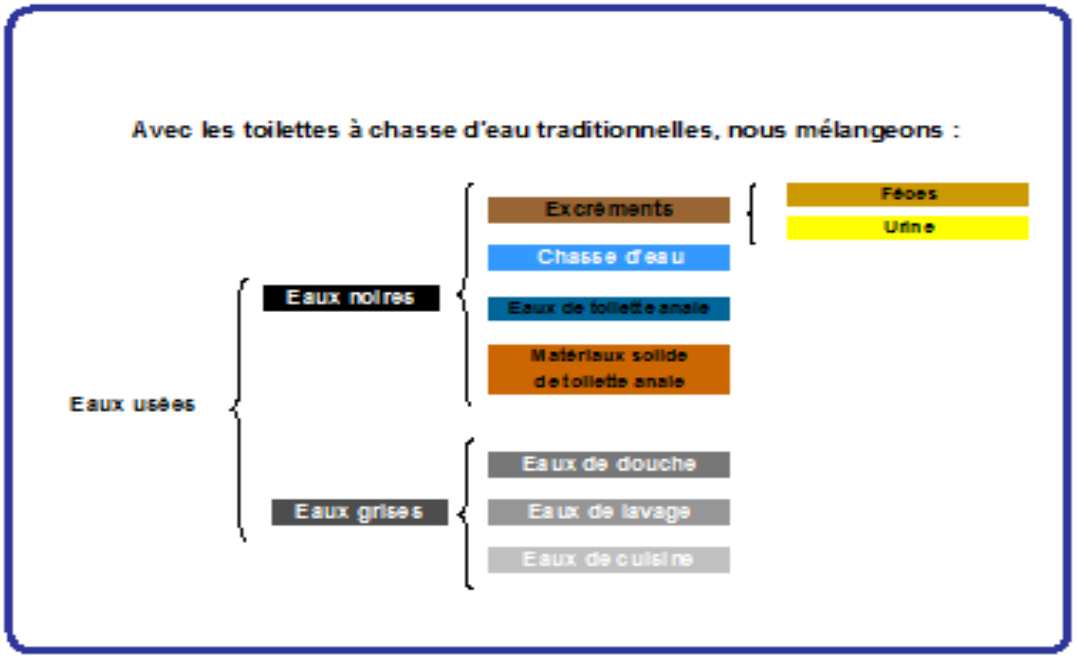


الشكل: I -1- توزيع المياه المنزلية حسب لونها

ولتحليل تركيب المياه العادمة تحليلا صحيحا وفقًا للنوعين المذكورين أعلاه ، يتم تطويرهما وفقًا للنهج التالي:

أ) يتكون المياه السوداء من البراز ، وآخرها (الأرداف والبول) ، وغسل المرحاض ، ومياه المرحاض الشرجية ، ومواد المرحاض الشرجية الصلبة.

ب) تتكون المياه الرمادية من مياه الاستحمام ومياه الغسيل ومياه المطبخ.



الشكل:I -2- توزيع المياه العادمة حسب الاستخدام المنزلي

I-6- خصائص مياه الصرف الصحي:

المياه العادمة عبارة عن نظام معقد يحتوي على مجموعة من المكونات التي ثبت أن تحديدها وتقدير جرعاتها لجميع العناصر يكاد يكون مستحيلاً. هذه هي الطريقة التي تم بها اختيار معايير معينة لوصف مياه الصرف الصحي:

I -1-6- المعاملات الفيزيائية والكيميائية:

I-1-1-6- المواد الصلبة والغرويات العالقة:

تتميز بطبيعتها في التركيب ، فهي جميعًا مواد معدنية أو عضوية ممثلة بالعناصر التالية:

قماشة الشعر ، قشرة من الأنابيب والغبار والمواد العضوية غير المذابة.

يمكن تقدير المواد الصلبة العالقة (MES) الموجودة في مياه الصرف الصحي أو المياه الطبيعية من خلال حساب إجمالي الموادالصلبة العالقة.

I -6-1-2- الناقلية:

يعطي هذا القياس إشارة دقيقة للتركيز الكلي للأملاح الذائبة، يمكن أن تشير مقارنة القيمة المقاسة مع قيمة مياه الشرب إلى ما إذا كانت المآخذ كبيرة أم لا.

I -6-1-3- الرقم الهيدروجيني:

إن قياس الرقم الهيدروجيني يعطي مؤشرات عن حموضة الماء أو قاعدته ، وذلك بفضل جهاز الأس الهيدروجيني ، ويتم إجراء القياسات في موقع الدراسة.

I-6-1-4- الأكسجين المذاب:

هذا عامل مهم للغاية يتم تحديده في الموقع باستخدام مقياس التأكسد. يعطي الأكسجين المذاب مقياسًا غير مباشر لدرجة تلوث المياه.

I-6-1-5- المواد العضوية:

تتكون المواد العضوية التي يحتمل وجودها في الماء من منتجات تحلل من أصل حيواني أو نباتي، يتم إنتاجها تحت تأثير الكائنات الحية الدقيقة. عيب المواد العضوية هو تعزيز ظهور الأذواق السيئة التي يمكن أن تتفاقم بالكلور.

يجب دائمًا الاشتباه في أن المياه الغنية بالمواد العضوية تلوث جرثوميًا أو كيميائيًا. يتم تقييم محتواها ، في أغلب الأحيان ، عن طريق اختبارات مثل تقليل برمنغنات البوتاسيوم في وسط حمضي وفي وسط قلوي.

I-6-1-6- طلب البيوكيميائي للأكسجين (DBO_5):

وهو عبارة عن كمية الأكسجين المستهلكة من طرف الكائنات الحية الدقيقة الهوائية لتحليل أو تفكيك المادة العضوية مع استهلاك الأكسجين المنحل ، يتم تقدير كمية الأكسجين المفقود بحساب DBO_5، فكلما زاد الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5، كلما كانت نسبة المواد العضوية كبيرة أي زيادة نسبة تلوث المياه القذرة ، حيث يهدف الى تحديد كمية المواد العضوية الممثلة والقابلة لتحلل ، معرفة قدرة الوسط على القيام بعملية التنقية الذاتية وتحديد درجة التلوث العضوي.[1]

I-6-1-7- طلب الكيميائي للأكسجين (DCO):

يعرف بانه مقدار الأكسجين المستهلك من اجل أكسدة كيميائية للمواد العضوية المسببة لتلوث المياه لكل واحد لتر من المياه. [1]

يتوافق (DCO) مع محتوى جميع المواد العضوية ، سواء كانت قابلة للتحلل الحيوي أم لا. يتم التعبير عنها بكمية الأكسجين التي يوفرها ثنائي كرومات البوتاسيوم الضروري لأكسدة المواد العضوية.

I-6-1-8- نيتروجين الأمونيا:

غالبا ما يتم العثور على هذا الشكل من النيتروجين في الماء وعادة ما يعكس عملية تدهور غير كاملة للمواد العضوية

يمكن أن تكون بعض المياه العميقة غنية بالنيتروجين الأمونيا دون أن تكون ملوثة بالضرورة. في هذه الحالة ، قد يأتي الأمونيوم (NH_4^+) من نزع النتروجين الكيميائي الحيوي بسبب تقليل الكائنات الحية الدقيقة. بشكل عام ، يتم تحويل الأمونيا بسرعة إلى نتريت و نترات عن طريق الأكسدة ؛ إن تحديد مستويات عالية من نيتروجين الأمونيا في الماء يعني عمومًا حدوث تلوث عن طريق تحلل المواد العضوية.

I-6-1-9- النتريت:

يمكن العثور على النتريت في الماء ، ولكن بجرعات منخفضة، ينتج النتريت إما من أكسدة الأمونيا غير المكتملة ، أو النترجة التي لم تكتمل ، أو من انخفاض النترات تحت تأثير إجراء نزع النتروجين.

من المهم الإشارة إلى أن المياه الملامسة لبعض الأراضي وبعض الأنابيب قد تحتوي على نيتريت بشكل مستقل عن أي تلوث. توجد النتريت غير المرتبطة بالتلوث أيضًا في بعض الأحيان في المياه الفقيرة بالأكسجين(الآبار العميقة).

من المحتمل أيضًا أن تتشكل تحت تأثير البكتيريا وفي درجات حرارة عالية من الكلور أمين الناتج أثناء تفاعل تطهير الأمونيا.

من وجهة نظر السمية ،ينبغي أن يوضع في عين الاعتبار أن النتريت يمكن أن يكون لها تأثير ميثاموغلوبين (méthémoglobinémie) كما هو الحال مع النترات.

S.M.O الذي يوصي ، دون الاشارة الى قيمة ، بان يكون محتوى النتريت في مياه الشرب اقل بكثير من 1mg/l.

أثناء إزالة التلوث الميكروبي من الماء ، يدمر 0.1mg/l من NO_2 الى N على الفور تقريب 0.5 mg/l من الكلور الحر.

I-6-1-10- النترات:

جميع أشكال النيتروجين (النيتروجين العضوي والأمونيا والنتريت وما إلى ذلك) عرضة للمنشأ النترات عن طريق عملية الأكسدة البيولوجية. باستثناء حالات خاصة ، تكون مستويات النترات في ماء الصنبور منخفضة ؛ من ناحية أخرى ، في المناطق الريفية ، قد تحتوي بعض الآبار على تركيزات كبيرة. في السنوات الأخيرة ، لوحظت زيادة في محتوى النترات في المياه الجوفية والمياه السطحية في مناطق معينة ، والحمأة من محطات المعالجة.

على الرغم من أن النترات ليس لها تأثيرات سامة مباشرة ، فإن حقيقة أنها يمكن أن تؤدي إلى ظهور النتريتات تؤدي إلى السمية ؛ فيما يتعلق بالسمية طويلة المدى ، لم يتم ملاحظة أي ظاهرة مسرطنة مع هذين النوعين من الأملاح. في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا ، تم التعرف على أن المياه المحملة بالنترات المستخدمة في تحضير قوارير الحليب المجفف من المحتمل أن تسبب الزرقة عند الرضع المرتبط بتكوين الميثيموغلوبين. هذا التسمم ، الناجم عن امتصاص جرعات صغيرة من النترات ، يرجع في الواقع إلى النترات التي تشكلت عن طريف خفض النترات تحت تأثير العمل البكتيري. لا يحدث هذا الانخفاض عند الأطفال والبالغين لأنه يتم التحكم فيه عن طريق حموضة العصارة المعدية. من ناحية أخرى ، في معدة الرضيع ، فان سائل المعدة الحمضي غير الكافي ، خاصة في حالات الإسهال ، الذي يسمح بتكاثر البكتيريا التي تقلل النترات إلى نيتريت.

I-6-1-11- الفوسفات:

الفوسفات من بين الأنيونات التي يسهل تثبيتها بالتربة ؛ يرتبط وجودها في المياه الطبيعية بطبيعة الأرض المتقاطعة وتحلل المواد العضوية.

يلعب الفوسفور دورا مهما في نمو الطحالب. من المحتمل أن تعزز تكاثرها في الخزانات والأنابيب الكبيرة ومياه البحيرات، حيث تساهم في زيادة المغذيات.

I-6-2- الكائنات الحية الدقيقة:

تنتمي بكتيريا (cteriaceaeEnteroba) الى فصيلة (Proteobacteria) وترتيب (erialesEnterbact) يشمل هذا الطلب ثلاث عائلات :

I-6-2-1- خصائص الفصيلة البكتيرية المعوية:

I-6-2-1-1- توطئة عامة:

تشمل هذه العائلة الأجناس البكتيرية التالية :

Escherichia و Shigella و Salmonella و Citrobacter و Klebsiella و Enterobacter Erwinia و Serratia و Hafnia و Edwardsiella و Providencia و Proteus و Morganella و Yersinia .

يتم تلخيص خصائصها في الجدول التالي:

الجدول رقم I-1 :خصائص البكتيريا المعوية

الطول	(1µm - 0,3µm) الى (6 µm -1µm)
المورفولوجية	عصيات مستقيمة ، السوطيات الخطرة أو غير متحركة (Bâtonnets droits ; flagelles péri triches ou non mobiles)
الفيزيولوجية	اوكسيداز سالب (Oxydase-négative)

(1) البكتيريا المعوية هي عصيات ، سلبية الغرام ، متحركة أو غير متحركة. إذا كانوا متحركين ، فإن الزنزانة مبطنة بسوط يسمح للخلية بالتحرك بضربها. وتسمى هذه السوط الصخري.

(2)البكتيريا المعوية هي بكتيريا اللاهوائية اختيارية . في الواقع ، إنها هوائية ، ولكن إذا أصبحت الظروف البيئية ناقصة الأكسجين ، يمكن أن تستمر البكتيريا المعوية في البقاء على قيد الحياة باستخدام المسار الأيضي للتخمير.

(3) تقوم بعض البكتيريا بتطوير تقنيات التكيف مع الظروف البيئية السيئة عن طريق تكوين الأبواغ وبالتالي تعيش حياة أبطأ. يشار إلى هذه البكتيريا باسم الأنواع المبوغة. وعندما تصبح الظروف مواتية مرة أخرى ، فإنها تتطور وتدخل في حياة العملية(النشاط) .

تلعب البكتيريا المعوية دورًا سريريًا مهمًا للغاية. في الواقع ، فإن الأمراض التي تسببها الأغذية الملوثة بالكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض هي المصادر الرئيسية للعدوى والوفيات في جميع أنحاء العالم. **[4]** تنتمي الأنواع البكتيرية الأكثر عرضة للإدانة إلى عائلة المعوية تعد أجناس الأكثر شيوعا *(Shigella, Salmonella et Escherichia coli (E. coli)*.

I-6-2-1-2- القولونيات:

أ– الجوانب العامة:

تشمل مجموعة القولونيات (*coli, Enterobacter aerogenes et Klebsiella*)، تتمثل أقل من 10٪ من الجراثيم المعوية **[4]**. يعتمد تعريف القولونيات أساسًا على خصائصها البيو كيميائية . **[5]** طبقاً للطرق المعيارية لفحص المياه والصرف الصحي. **[6]** يتم تعريف القولونيات على أنها بكتيريا تكون على شكل قضبان ، سالبة الغرام ، لا تكوّن بوغ ، تخمر اللاكتوز مع إنتاج الغاز والحمض عند°C 35 لمدة 48 ساعة. تم استكمال هذا التعريف مؤخرًا من خلال تمديد خصائص عن بعد أخرى غير التفاعل الإيجابي لـ (3-D-galactosidase) ويؤكد هذا الاختبار، من بين أمور أخرى ، تخمر اللاكتوز.

ب– مفهوم مؤشر التلوث البرازي:

يعود استخدام الكائنات الحية الدقيقة كمؤشرات على الجودة الصحية للمياه إلى ما قبل عام 1880. [7] يعود الأساس المنطقي لاستخدام كائنات مؤشر التلوث البرازي كأساس للمعايير الميكروبيولوجية في حقيقة أنه من الصعب ، التعرف على الحالة الوبائية الحالية ، تقييم المخاطر الصحية دون تحديد تركيز معين للبكتيريا المسببة للأمراض في المياه ، كما تعتمد مخاطر العدوى على التسبب في الجراثيم والحالة الفسيولوجية (المناعة) للفرد الذي يستهلك الماء. لذلك من الحكمة أن نفترض أن الماء غير صالح للاستهلاك ، حيث يمكن اكتشاف البكتيريا المسببة للأمراض ، مهما كان تركيزها منخفضًا. علاوة على ذلك ، يمكن اكتشاف عدد قليل فقط من مسببات الأمراض المنقولة بالمياه بسهولة بينما لا يمكن اكتشاف العوامل الأخرى .[7]

وبالتالي، ولهذه الأسباب المختلفة ، يتم استخدام الإشريكية القولونية وبعض القولونيات المقاومة للحرارة كمؤشرات على تلوث المنشأ البرازي. في الواقع ، هم:

توجد بأعداد كبيرة في الفلورا المعوية للإنسان والحيوانات ذوات الدم الحار ويتم عزلها في فضلاتها .[6]

يمكن اكتشافها بسهولة من خلال طرق التحليل البسيطة.

لا تنمو في المياه الطبيعية.

مقاومته في الماء ويتم تقليله عن طريق معالجة مياه الصرف الصحي ، على غرار مسببات الأمراض في الماء.

الإشريكية القولونية هي النوع الأكثر شيوعًا والأكثر دراسة من القولونيات المقاومة للحرارة. في الآونة الأخيرة ، تبين أن وفرة الإشريكية القولونية لها ارتباط أكبر بالمخاطر الصحية من القولونيات. [8] يمكن أن يعطي وجودها مؤشرا على احتمال وجود سلالات ممرضة أخرى *(Salmonella, Shigella, Campylobacter)*.

I-6-2-1-3- البكتيريا المسببة للأمراض:

تنتمي معظم البكتيريا المسببة للأمراض الموجودة في مياه الصرف الصحي إلى عائلة المعويةسوف نركز على جنس (*Shigella*). ولكن، هناك جراثيم بكتيرية أخرى مثل (*Campylobacter*) تعرف بخطورتها.

(1) يقوم جنس الشغيلا (*Shigella*) بتخمير الجلوكوز في الدم دون إنتاج الغاز. المكان المفضل لديهم هو معدة الإنسان بسبب قدرتها الكبيرة على مقاومة حموضة المعدة. تشبه إلى حد بعيد الإشريكية القولونية وتنمو على الوسائط العادية مثل ***(Salmonella-Shigella*, S.SHektoen)**.

هناك خمسة أنماط مصلية تنتمي إلى جنس الشيغيلا (Shigellae) : S. boydii و S. dysenteriae و S. flexneri و S. sonnei. [9] الشيغيلا هائلون بسبب عنفهم الشديد. الزحار العصوي الذي تسببه الشيغيلا هو أحد أكثر الأمراض المعدية شيوعا في البلدان النامية وبين المسافرين من البلدان الاستوائية .[4 ؛ 10]

تنتقل الجراثيم عن طريق البراز- الفموي ، ولكنها يمكن أن تنتشر بشكل غير مباشر من خلال الطعام أو الماء الملوث.[9]

(2) جنس السالمونيلا هو نوع بكتيري ذو انتظام هضمي. السالمونيلا المسؤولة عن حمى التيفوئيد والحمى نظيرة التيفوئيد لدى البشر وبعض الحيوانات ذوات الدم الحار. هم تنمو على وسائل الإعلام العادية مثل تلك السالمونيلا–الشيغيلا (s.s).

I-7- أنظمة الصرف الصحي:

يتم نقل المياه العادمة إلى محطات المعالجة (STEP) أو مباشرة إلى البيئات المستقبلة من خلال نظام لجمع مياه الصرف الصحي والتخلص منها. هناك أنواع مختلفة من النظام. الأكثر شيوعًا هي من بين أمور أخرى. [11]

I-7-1- النظام الوحدوي:

تجمع هذه الشبكة كل المياه السوداء والشفافة والرمادية لبلدة أو منطقة. حركة حفظ الصحة ، التي كانت عقيدتها "أن نغسل كل شيء ونخلي كل شيء في المجاري". إن فكرة "الصرف الرئيسي" محظورة بشكل متزايد، خاصة في بعض البلدان المتقدمة لتجنب الفيضانات المحتملة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي بعد هطول الأمطار الغزيرة. وبالتالي يطور تكنولوجيا المعلومات أنظمة الفصل.

I-7-2- نظام الفصل:

يتكون هذا النظام من تخصيص كل شبكة حسب طبيعة المخلفات السائلة. شبكة الصرف الصحي لمياه الصرف المنزلية والصناعية في بعض الأحيان (اعتمادًا على خصائصها) منفصلة عن شبكة تصريف مياه الأمطار ، والتي غالبًا ما يتم تصريفها مباشرة في البيئة المستقبلة (البحر أو النهر أو البحيرة). يتمتع هذا النظام بميزة السماح بتأمين النظام في STEP. في الواقع ، يتم تحويل الكميات الهائلة من المياه التي يتم تصريفها أثناء العواصف العنيفة ولن تزعج بعد الآن الأداء السليم لمحطات المعالجة المصممة لمعالجة كميات محددة من المياه. وبالمثل ، فإنه يوفر إمكانية تجديد المياه الجوفية.

I- 8- تأثيرات الصرف الصحي:

تحمل مياه الصرف الصحي غير المعالجة العديد من البكتيريا ، والتي قد يتسبب بعضها في أمراض خطيرة ؛ كما أنها عامل مهم في تلوث المياه الجوفية والأنهار وأي سطح مائي آخر مثل البحر على سبيل المثال. عندما يتم تصريفها في البيئة الطبيعية بكميات كبيرة وبدون معالجة مسبقة ، فإن المياه العادمة تهدد توازن العناصر التي تشكل نظامًا بيئيًا ، حتى أنها تتسبب في تفاعل متسلسل

، مما يعرض الحياة النباتية والحيوانية للخطر. يسمى التخثث (فرط المغذيات) ، هذه الآلية للمواد الغذائية (خاصة الفوسفات و النترات) ، بكميات زائدة ، تؤدي إلى تكاثر النباتات التي تصل إلى اختناق البيئة المحيطة ، وتؤدي إلى موت الأنواع الحيوانية التي تعتمد على هذه البيئة (الأسماك والشعاب المرجانية وما إلى ذلك).

بسبب هذه المخاطر ، غالبًا ما تعتبر مياه الصرف الصحي خطرة أو سامة ، مع فهم تكوينها ومعرفة العمليات الطبيعية مما يسمح باستيعابها / تنقيتها ، يمكن أن تمثل هذه المياه نفسها مورداً ذا قيمة كبيرة من خلال إنشاء مناطق خضراء إضافية !

الفصل الثاني

معالجة المياه العادمة

II-1- مقدمة:

تتطلب إزالة التلوث من مياه الصرف الصحي سلسلة من الخطوات التي تشمل المعالجات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية ، وبصرف النظر عن أكبر النفايات الموجودة في مياه الصرف الصحي ، يجب أن تسمح التنقية على الأقل بالقضاء على الأجزاء الرئيسية من التلوث الكربوني وفقًا لدرجة القضاء على التلوث والإجراءات المنفذة ، يتم تحديد ثلاثة مستويات من العلاج:

تتكون المعالجات المسبقة من تخليص المياه العادمة من الملوثات الصلبة ، والأكثر خشونة (الغربلة ، وإزالة الشحوم) هذه هي مراحل بسيطة من الفصل الفيزيائي: تشمل المعالجات الأولية الإجراءات الفيزيائية أو الفيزيائية – الكيميائية التي تهدف إلى التخلص من نسبة عالية من المواد المعدنية أو العضوية المعلقة عن طريق الترسيب.

هذه المعالجات الاولية تجعل من الممكن الحصول على تنقية جزئية فقط لمياه الصرف الصحي ، كما انها مالت إلى الاختفاء باعتبارها المعالجة الوحيدة على وجه الخصوص عندما يكون القضاء على تلوث النيتروجين مطلوبًا لتلبية المتطلبات التنظيمية ، وهي مرحلة معالجة ثانوية تغطي تقنيات القضاء على ملوثات قابلة للذوبان (الكربون والنيتروجين والفوسفور) كما انها تمثل المستوى الاول من المعالجة البيولوجية.

في بعض الحالات ، تكون المعالجات الثلاثية ضرورية ، خاصة عندما يجب تصريف المياه النقية في بيئة حساسة بشكل خاص.

قد تشمل العلاجات الثلاثية ايضا علاجات التطهير: لايزال الحد من الروائح محل اهتمام خاص.

II-2- تنقية تقنية:

تتطلب هذه العمليات موارد تقنية وموارد طاقة هائلة ، وبغض النظر عن تكاليف الاستثمار الباهظة ، يتميز هذا النظام بانه يتم تطبيقه على الأسطح الصغيرة نسبيا. هناك ثلاث (إلى أربع) مراحل (1) ما قبل المعالجة ، (2) المعالجة الأولية ، (3) المعالجة الثانوية و (4) المعالجة الثالثة (اختياري).

II-2-1- مراحل المعالجة:

تتكون من ثلاث إلى أربع مراحل:

II-2-1-1- المعالجة الاولية:

بشكل عام ، تتم المعالجة المسبقة في ثلاث مراحل رئيسية تسمح بإزالة الماء ، وهي العناصر التي تعيق المراحل التالية من العلاج. لا تستنفد بالضرورة جميع محطات المعالجة من المراحل الثلاث، فقط الفرز المنتشر على نطاق واسع.

– الغربلة ونزع المواد الكبيرة الحجم:

يتم فيها إزالة النفايات غير القابلة للذوبان مثل الشرائح والبلاستيك والمناديل الصحية من الماء. في الواقع ، لا يمكن التخلص من هذه النفايات عن طريق المعالجة البيولوجية أو الفيزيائية والكيميائية ، لذلك من الضروري التخلص منها ميكانيكيًا للقيام بذلك ، حيث تمر مياه الصرف عبر شبكة واحدة أو أكثر تكون شبكاتها ضيقة بشكل متزايد ، وعادةً ما يتم استنفادها من أنظمة التنظيف الأوتوماتيكية إلى تجنب انسدادها وكذلك عطل المضخة في حالة نظام الضخ.

– نزع الرمل :

تسمح عملية إزالة الرمل عن طريق التطهير بإزالة الرمال المختلطة في الماء عن طريق الجريان السطحي أو الناتجة عن تآكل الأنابيب. هذه المادة ، إذا لم تتم إزالتها ، سوف تستقر أكثر ، مما يعيق تشغيل المحطة ويسبب تآكلًا أسرع للعناصر الميكانيكية مثل المضخات ، ويمكن غسل الرمال المستخرجة قبل دفنها من أجل الحد من النسبة المئوية للمادة العضوية. يؤدي تدهورها إلى ظهور الروائح وعدم الاستقرار الميكانيكي للمواد.

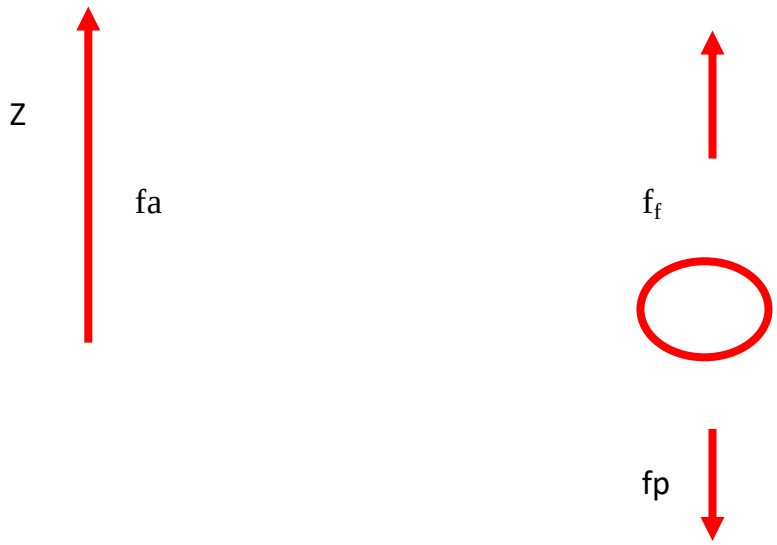
– إزالة الزيت:

بشكل عام هو مبدأ التعويم الذي يستخدم للتخلص من الزيوت. ويستند مبدأه على حقن فقاعات الهواء الدقيقة في حوض إزالة الزيوت مما يسمح للدهون بالارتفاع بسرعة إلى السطح (الدهون كارهة للماء) ثم يتم التخلص منها عن طريق كشط السطح، وتسمى هذه الطريقة (إزالة الزيوت عن طريق كشط الدهون).

II-2-1-2- المعالجة الأولى:

– الترسيب:

هذه العمليات هي فيزيائية (ترسيب) وفيزيائية كيميائية (تخثر، اندماج). أساس تقنية فصل السوائل الصلبة هو الجاذبية. **[10]** في الواقع ، يخضع الجسيم المعلق في الماء لثلاث قوى (الشكلII-1):fp (قوة الجاذبية)، ff (قوة الاحتكاك) وfa (دافعة ارخيدس). توضح لنا هذه الصيغة أن معدل الترسيب للجسيم يعتمد على حجمه وكثافته ولكن أيضًا على لزوجة السائل. وبالتالي، تستغرق الجسيمات الصغيرة جدًا وقتًا أطول حتى تترسب في المحطة، مبدا هذه العمليات هو تمرير النفايات السائلة عبر خزان الترسيب بسرعة اقل من 180 مترا في الثانية لتجنب الاطلاق.



$f_p = m.g$ (m : masse de la particule ; g : gravité)

$f_f = 6\ \pi\eta rV$ (η: viscosité du fluide ; r : rayon de la particule ; V : vitesse du fluide)

$fa = m_l.g$ (m_l : masse liquide déplacé)

Si le système est en équilibre, alors :

$Z_f=0$ $m_l.g + 6\ \pi\eta rV - m.g = 0$ or $m= p/v$ (p : densité volumique particule ; v :

volume particule) et $m_l= pj/vj$ (pi : densité volumique eau ; v_1 : volume).

D'où la fameuse loi de Stockes : $V_s-(p-p1)D^2g/18\eta$

Vs : vitesse moyenne de la particule

D : diamètre de la particule

الشكل II-1: قانون الأسهم (كاردوت، 1999)

تعرضت الجسيمات لتأثير رواسب كتلتها في قاع الحوض. توجد أنواع مختلفة من خزانات الترسيب: (1) خزانات الترسيب الطولية، (2) خزانات الترسيب الدائرية ، (3) خزانات الترسيب الصفائحية.

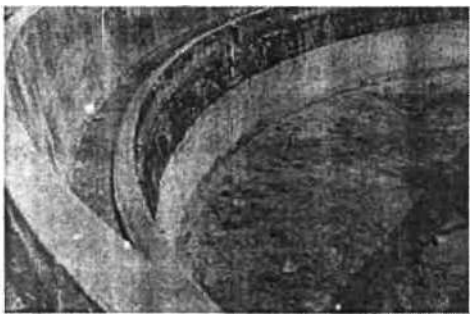
أ– خزانات الترسيب الطويلة :

يحدث الترسيب في أحواض طولية تميل جدرانها من 50 إلى 63 درجة إلى الأفقي لتجنب أي حمأة تشبث بالجدران أو في الزوايا. تعبر النفايات السائلة الحوض بتدفق صفائحي. يساعد وقت العبور بين ساعة وساعتين على تجنب التخمر الذي يطلق فقاعات غازية قادرة على التسبب في ارتفاع الحمأة. ويتم إطالة خزانات الترسيب قدر الإمكان (80 m - 40 m) بأعماق تتراوح (2 m -1.5m) .**[10]** يتم ضمان تجريف الحمأة بواسطة جسور الكاشطة ؛ التي تتحرك ذهابًا وإيابًا وعكس التيار. يتم جمع الحمأة ثم معالجتها.

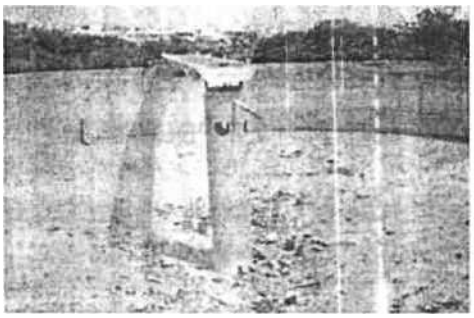
ب – خزانات الترسيب الدائرية :

يبلغ أقطارها 50 m -60، ولكن يمكن أن تصل الى 90 m. **[10]** يتم وصول النفايات السائلة عبر برميل مركزي مجوف. يمكن ضمان التغذية على محيط الحوض. يتم توزيع النفايات السائلة عن طريق أقنعة فوق فتحات بئر التوزيع المركزي (الشكلII-2)

أو قسم حلزوني حلقي. يتم إجراء نظام الكشط بواسطة آلية ذات تحكم طرفي يتكون من جسر دوار ذاتي الدفع يستقر في المركز على الأسطوانة المركزية وعلى المحيط على بكرات تحمل الجرار.



الشكل II-3- جدران خزان الترسيب



الشكل II-2– خزان ترسيب مهجور

تتميز خزانات الترسيب الدائرية بأنها متاحة اقتصاديًا بسبب تكلفة بنائها المتواضعة. سماكة الجدران وكثافة الإطار (الشكلII-3)، تتطلب وسائل جيوتقنية منخفضة نسبيًا.

ج– خزانات ترسيب لاميلار:

يجري حاليًا تطوير ما يسمى بخزانات الترسيب الصفائحية. في الواقع ، إنه خزان ترسيب كلاسيكي مقسم إلى صهاريج ترسيب أولية مفصولة بلوحات أو أقسام ويميل بزاوية 60°C. **[10]** تتميز هذه الأنواع من خزانات الترسيب بميزة التكيف مع معدلات التدفق المرتفعة وحبس الجسيمات الغروية. تعتمد كفاءتها في التنقية على سطحها الأفقي.

II-2-1-2-1- العمليات على خزانات الترسيب:

في كل هذه الدوارق ، تنطبق العمليات الفيزيائية فقط على جزيئات ذات قطر معين. ولكن بالنسبة للجسيمات الدقيقة جدًا، مثل الغرويات (قطرها من 1µm الى 1mm) ، فمن الضروري أن تتسبب في تلبدها وترسيبها لأن معدل ترسيبها منخفض جدًا. وبالتالي، يمكن زيادة كفاءة الدوارق بنسبة 10٪ . **[10]** الغرويات، التي تتميز بشحنتها السالبة، تمارس قوى التنافر الكهروستاتيكية على بعضها البعض. **[11]**

ترتبط الشحنة الأولية السالبة للغرويات بتأين المجموعات الكيميائية مثل OH و COOH و NH_2.

تجذب هذه الشحنة السالبة الكاتيونات الموجودة في المحلول وتشكل طبقة أولى تسمى طبقة ستيرن والتي بدورها تجذب الأنيونات مصحوبة بعدد قليل من الكاتيونات وتشكل طبقة ثانية من Gouy (الشكلII-4) إضافة المركبات المعدنية (كبريتات الالومين، كلوريد الحديديك، الجير) أو المركبات العضوية (إضافات التلبد التي هي نوع من الهلام لزيادة حجم الكتل) تحييد هذه الشحنات: هذا هو التخثر. يعتمد محصول مواد التخثر على التكافؤ الكاتيونات المستخدمة . تنفصل مواد التخثر في خطوتين (على سبيل المثال، كبريتات الالومين: التفاعل 1):

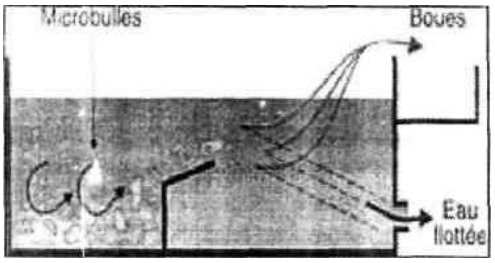
$$Al_2(S0_4)_3 \longrightarrow Al_x(OH)_y(S0_4) \longrightarrow 2\,Al(OH)_3 \quad (1)$$

المرحلة 1 هي تفاعل تحلل مائي. تتفاعل المركبات الوسطية الموجبة متعددة الشحنات مع الشحنات الموجودة على سطح الغرويات وتحييدها.

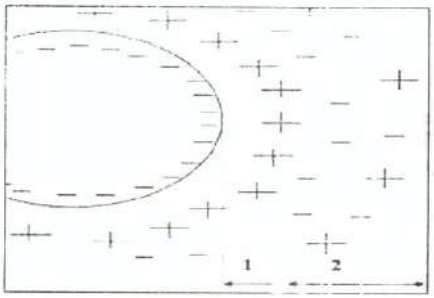
المرحلة 2 تتوافق مع تكوين الرواسب. هذه الرواسب هي التي تؤمن الربط والتلاقي ا بين الغرويات غير المستقرة: وهذا ما يسمى التجمع. **[11]** الكتل تترسب ويمكن ان تنفصل . ومع ذلك ، فإن إضافة مواد التخثر لا تخلو من عواقب ؛ في الواقع ، تستهلك مواد التخثر القلوية (التفاعل2).

$$Al_2(S0_4)_3, 18\,H_20 + 3\,Ca(I\text{-}IC0_3)_2 \longrightarrow 18\,H_20 + 3\,CaS0_4 + 2\,Al(OH)_3 + 6C0_2 \quad (2)$$

لذلك ، يجب تصحيح الانخفاض الناتج في الرقم الهيدروجيني عن طريق إضافة الصودا أو الجير أو الحجر الجيري. تستخدم التقنيات الحديثة البوليمرات الاصطناعية (الإلكتروليتات المتعددة) التي تحتوي على درجة عالية من الجرعات المنخفضة من التلبد.



الشكل: II-4- مبدا التعويم



الشكل: II-5- بنية المادة الغروانية:

1. طبقة *de Stern* ؛ 2. طبقة *de Gouy*

– التعويم:

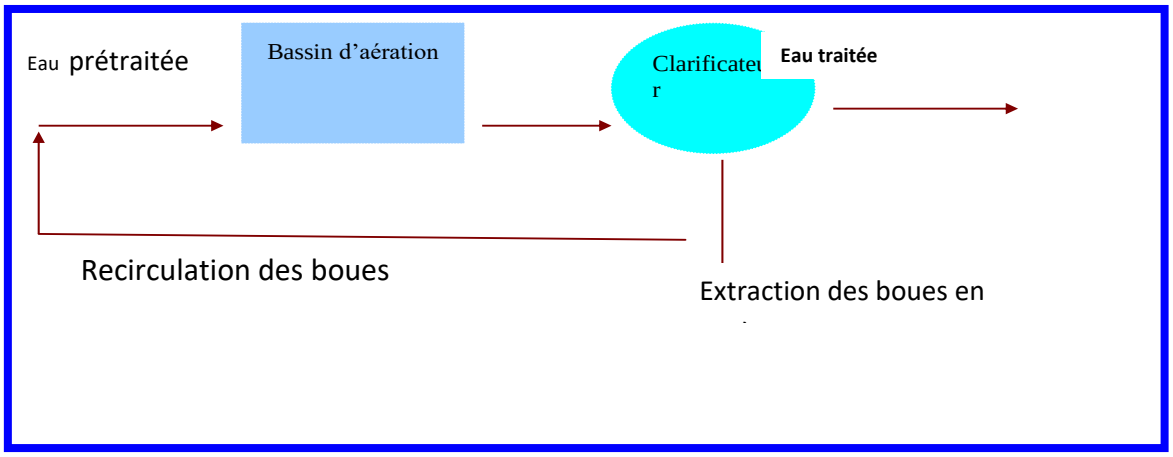
إنها عملية فصل سوائل والصلب تُستخدم أحيانًا وتعتمد على تكوين مجموعة تسمى التعلق ، تتكون من جزيئات يتم التخلص منها عن طريق فقاعات هوائية وكواشف أخف من الماء. **[11]** يتمثل المبدأ في خلط الماء الخام الملبدة في الجزء السفلي من الهيكل في غرفة التلامس مع الماء المضغوط الذي يتم توزيعه بطريقة متجانسة لتجنب خطر تدمير الكتل (الشكلII-5). تشكل فقاعات صغيرة يتم ربطها بالكتل وسحبها إلى سطح الماء. تسمح الكاشطة بتجميع المادة الطافية تجاه أنظمة الإخلاء. بشكل عام ، يجب إضافة عوامل التجميع التي هي عوامل غير متجانسة مثل سيتيل بيرديوم (le cétylpyridium) الى الوسط ، مما يزيد من الطبيعة الهوائية للكتل .

II-2-1-3- العلاج الثانوي:

هذه الخطوة ، التي تعتمد في الغالب على تقنية "الحمأة المنشطة" ، تسمح بشكل أساسي بالتخلص من تلوث الكربون المذاب وكذلك النيتروجين والفوسفور. المعالجة الثانوية تنفذ العمليات الميكروبيولوجية للتنقية الذاتية للمياه. ومع ذلك ، هناك عمليات فيزيائية كيميائية مكلفة للغاية ويصعب تنفيذها. يتمثل مبدأ التنقية الميكروبيولوجية في جعل المخلفات السائلة التي تم فرزها وخالية من الزيوت والمصفوفة تلامس الكائنات الحية الدقيقة في حوض مشبع بالهواء.

تنمو الكائنات الحية الدقيقة عن طريق تحلل المركبات المختلفة الموجودة في النفايات السائلة. ينتج عن هذا القضاء على التلوث الكربوني المذاب من خلال تكوين حمأة قابلة للترسيب. تُستخدم عدة تقنيات في محطات معالجة مياه الصرف الصحي: الأسِرَّة البكتيرية ، والمرشحات الحيوية ، والحمأة المنشطة. سوف نطور. فقط ، التقنية الأخيرة هي الأكثر استخدامًا وتكيف جيدًا مع تنقية مياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية. مبدأ الحمأة المنشطة هو أن النفايات السائلة المعالجة مسبقًا تبقى في حوض مشبع بالهواء صناعيًا يسمى أيضًا حوض التهوية ويحتوي على كتلة حيوية بكتيرية معينة (الشكل II-6). تمتص البكتيريا المادة العضوية وتشكل كتل تسمى "الحمأة المنشطة". يتم صب هذه الحمأة في دورق أو مصفاة ثانوية. يتم إعادة جزء من الحمأة إلى أعلى المنبع

، في أحواض التهوية. [11] لتقوية العمليات البيكتريولوجية (تحديد النباتات البكتيرية). يتم جمع الحمأة الزائدة ثم معالجتها (حرقها) أو إعادة تدويرها في الزراعة. يتم ضمان تهوية الأحواض إما عن طريق المدرجات أو عن طريق نفخ الهواء. [11]



الشكلII-6- مبدأ المعالجة الثانوية بالحمأة المنشطة [11]

تطورت عمليات الحمأة المنشطة كثيرًا على مدى العقود الماضية: في الواقع ، سمحت الحمأة المنشطة في الأصل بالتخلص من المواد العضوية القابلة للتحلل بسهولة. تمتص البكتيريا غير المتجانسة أولا المواد العضوية الذائبة أو الغروية لسحب طاقتها (التفاعل 3).

$$M.O + O_2 + NH_4^+ \longrightarrow C_5H_7NO_2 + CO_2 + H_2O \qquad (3)$$

نسبة C/N/Pلإنتاج الكتلة الحيوية هي100/5/1. [11] بمعنى آخر، لكل 100g من المواد العضوية المدمجة ، يتم التخلص من 5g فقط من النيتروجين و1g من الفسفور على التوالي .العمليات التنفسية (أو الهدم) تسبب تدهور الكتلة الحيوية مع ارتفاع استهلاك الأكسجين(التفاعل4).

$$4\ C_5H_7NO_2 + 20\ O_2 \longrightarrow 20\ CO_2 + 8H_2O + 4\ NH_3 \qquad (4)$$

يحدث تحلل مركبات النيتروجين على عدة مراحل تبدأ من النيتروجين العضوي للبراز. في الواقع ، يتم تمعدن النيتروجين العضوي بواسطة البكتيريا في NH_4^+ والذي سيتم امتصاصه بواسطة الكائنات الحية الدقيقة ، [11] 78% فقط من النيتروجين العضوي قابل للأمونيا، و22% يقاوم هذه العملية. علاوة على ذلك ، فان تصنيع الكتلة الحيوية يستهلك فقط 20% من النيتروجين [10]. للتغلب على هذه المشكلة ، تم إدخال مراحل النترجة ونزع النيتروجين في محطات المعالجة. تسمح الظروف الهوائية ، التي تم إنشاؤها في حوض التهوية، بأكسدة النيتروجين (النترجة).يحدث هذا التفاعل على مرحلتين بفضل وجود الكائنات الحية الدقيقة ذاتية التغذية.

$$NH_4^+ + 3/2\ O_2 \longrightarrow NO_2^- + 2H^+ + H_2O \qquad (5)$$

تقع المرحلة الأولى في أكسدة الأمونيا، والتي تسمى أيضًا النترات، تحت مسؤولية (Nitrosococcus) (Nitrosomonast) (التفاعل 6) يكون التفاعل ماصًا للحرارة ويتطلب تدخل إنزيمين. [11]

$$NH_3 \longrightarrow NH_2OH \longrightarrow NO_2^- \quad (6)$$

$$2\,NO_2^- + \tfrac{1}{2}\,O_2 \longrightarrow NO_3^- \quad (7)$$

المرحلة الثانية من الأكسدة أو النترتة تحت سيطرة (Nirobacter) و (Nitrococcus).

تعتبر عمليات النترتة حساسة للغاية للمعاملات البيئية (الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة وما إلى ذلك).

تنتج النترجة أيونات H^+. هذه الحموضة الناتجة تقلل بشدة من نشاط (Nitrobacter).

هذا يمكن أن يسبب تراكم النتريت في الأحواض. ومع ذلك ،تبين أن NO_3^- مسؤول عن زيادة إنتاج N_2O وهو غاز ذو تأثير مصل قوي (حوالي 200- 300 مرة أكثر من ثاني أكسيد الكربون(CO_2)، من خلال نزع النيتروجين . [12]

لذلك من المهم إتباع هذه المعلمات وتصحيحها ، على سبيل المثال عن طريق إضافة الجير لتحسين كفاءة التنقية. من المهم أيضًا التأكيد على أهمية نسبة البكتيريا غير ذاتية التغذية والبكتيريا ذاتية التغذية في حوض التهوية. في الواقع ، غالبًا ما يحدث في أحواض التهوية لظاهرة المنافسة بين الكائنات الحية الدقيقة. وبالتالي ، يمكن تقليل مستوى البكتيريا غير ذاتية التغذية عن طريق تجنب بقاء الحمأة لفترة الطويلة بشكل مفرط. وتجدر الإشارة إلى أن النترجة لا تسمح بالقضاء التام على النيتروجين. هذه هي الطريقة التي أتاح بها إدخال مرحلة نزع النتروجين (المعالجة الثلاثية) زيادة كفاءة تقليل النيتروجين في محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

هذه العملية هي في الأساس لا هوائية. يحدث بسبب وجود NO_3^-. البكتيريا المسؤولة عن تفاعلات نزع النيتروجين هي (Pseudomonas) و(Bacillus) و (Thiobacillus) و (Alcaligenes). في أحواض محطات معالجة المياه العادمة ، تحفز ظروف نقص الأكسجين الناتجة عن التوقف المؤقت للتهوية أو نقل الحماة الى مكان خالي من الأكسجين بتقنيات مناسبة ، تفاعل اختزال النترات (الإنزيمات النشطة فقط في ظل هذه الظروف) في وجود NO_3^-. وفقال. [11] يتطلب نزع النتروجين الكامل تدخل 4 إنزيمات.

الجدول II-1: الإنزيمات المختلفة المشاركة في نزع النتروجين

الإنزيمات	Nitrate réductase	Nitrate réductase	oxyde nitrique réductase	oxyde nitreux réductase
التفاعلات	$NO_3^- \rightarrow NO_2^-$	$NO_2^- \rightarrow NO$	$NO \rightarrow N_2O$	$N_2 \rightarrow ON_2$

البكتيريا إزالة نيتروجين هي بكتيريا غير ذاتية التغذية غير متجانسة ، اختيارية . ، في حالة اللاهوائية، فإنها تستخدم الأكسجين، النترات والكربون العضوي من اجل تطورهم. يتبخر غاز النيتروجين الناتج في الغلاف الجوي (تفاعل8).

$$2NO_3^- + 2H^+ \longrightarrow N_2 + 5/2\ O_2 + H_2O \qquad (8)$$

تسمح مرحلتا النترجة ونزع النتروجين بإزالة 5 الى 70% من النيتروجين على شكل N_2.[11]

كما هو الحال مع النيتروجين، فان التنقية الثانوية بواسطة الحماة المنشطة لها كفاءة منخفضة جدا في تقليل الفوسفور في محطات المعالجة القديمة.

في الواقع، يمكن إزالة جزيئات الفسفور عن طريق الترسيب (حوالي 10% من الفوسفات الموجود في الماء) والمعالجة الثلاثية حوالي 20-40 %.[13] لزيادة الإنتاج وإزالة الفوسفور المذاب (أورثو فوسفات) ، يتم استخدام العمليات الفيزيائية والكيميائية و / أو البيولوجية. العمليات الفيزيائية والكيميائية هي الأكثر استخدامًا. في الواقع ، فإن إضافة الجير أو أملاح الحديد أو الألمونيوم يجعل من الممكن تعقيد الفسفور ومن ثم التخلص منه عن طريق الترسيب. يمكن عمل حقن الكواشف على عدة مستويات ونميز:

1- ترسيب الفوسفور:

يتم الحقن في اتجاه مجرى حوض التهوية. غالبًا ما يستخدم الجير لتكلفته المنخفضة. تؤدي إضافة الجير إلى ترسيب الفوسفور وأيضًا جزء من تلوث الكربونات. [10] هذا هو السبب في أن هذه الطريقة مثيرة للاهتمام لأنها تتيح ، بالإضافة إلى ذلك ، التخفيف من الحد من تلوث الكربون. ستسمح مرحلة الترسيب بإزالة الحمأة المتكونة.

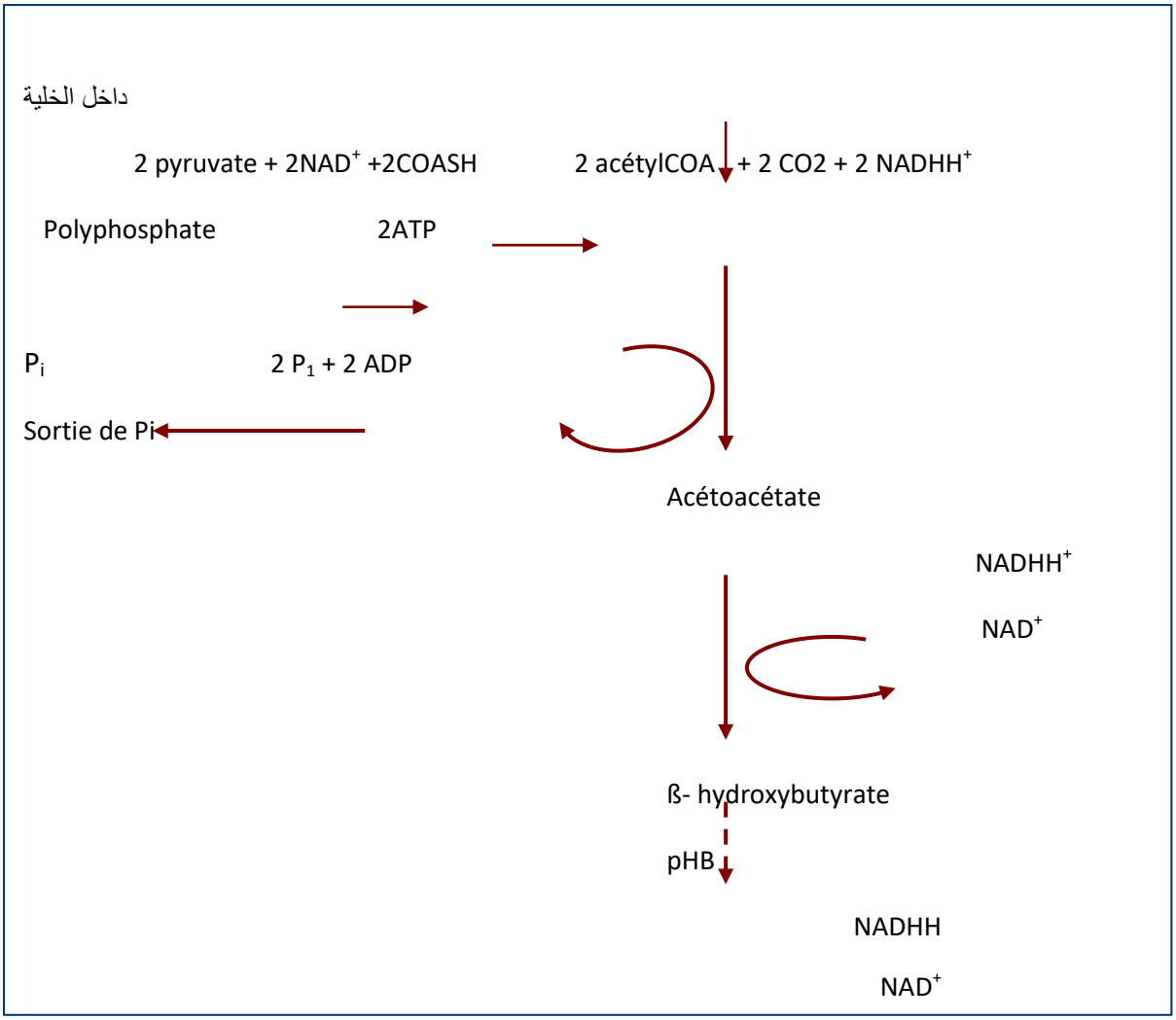
2- التساقط المشترك:

تسمح إضافة كلوريد الحديد أو كبريتات الألمونيوم في حوض التهوية بتكوين معقد للفوسفور ثم ترسيبه. هذه الطريقة أغلى مقارنة بالطريقة الأولى وتنتج كميات كبيرة من الحمأة. و هي الطريقة الأكثر استخدامًا في محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

3- بعد هطول الأمطار:

يتم تطبيق هذه الطريقة في نهاية المصفاة (المعالجة الرباعية أو المعالجة اللاحقة)، حيث تنتج كمية كبيرة من الحمأة وتتطلب تركيبات محددة (ترشيح الرمل). علاوة على ذلك فهي مكلفة للغاية. هذا ما يفسر تطبيقه المحدود نوعا ما. يتكون مبدأ الفوسفات البيولوجي من استخدام قدرة بعض البكتيريا على تصنيع احتياطيات الفوسفور المتعدد في ظل ظروف بيئية معينة. العديد من البكتيريا مسؤولة عن هذه العملية، يمكن ذكر أجناس (Aeromonas) و(Alcaligenes) و(Bacillus) و(Moraxelle). **[14]** ومع ذلك فان الجنس الأكثر أهمية هو(Acinetobacter).**[15؛14؛10]** (Acinetobacter) هي بكتيريا (coccobacillus)، و (gram) الهوائية صارمة. أظهرت الملاحظات أن جنس (Acinetobacter)، في بيئة هوائية ، يطلق الفوسفور على نطاق واسع ويخزنه في بيئة هوائية.**[14؛11]**

في محطات معالجة مياه الصرف الصحي ، يتم إنشاء ظروف اللاهوائية في الجزء العلوي من الحوض.



/لشكلII-7:اصطناع poly -B -hydroxybutyrate (PHB) في ظل الظروف اللاهوائية

تعمل هذه الظروف في (Acinetobacter) على تنشيط بولي فوسفاتازات، وهي إنزيمات تسمح بالتحلل المائي للفوسفات المتعدد المتراكم داخل الخلية البكتيرية مع إطلاق (ATP) (الشكلII-7) وإطلاق الطاقة اللازمة لاصطناع poly-B-hydroxybtyrate (PHB) من جزيئات البيروفات والاسيتات (الشكلII-7). وتجدر الإشارة إلى أنه في مياه الصرف الصحي، لا يوجد خلات. تركيبها هو عمل(Aeromonas punctata) و(Alcaligenes spp) الذي في حالة اللاهوائية، تخمر الكربون المذاب لتشكيل مركبات الكربون أسيتات .**[11]** عندما يتم استعادة الظروف الهوائية ، يتم تحلل (PHB) الى (acetoacetate) مع إنتاج الطاقة (ATP)، وهو أمر ضروري لإحضار(Pi) عن طريق تحريض كيناز متعدد الفوسفات . تعتمد كمية Pi استيعابها على الكمية الصادرة في ظل الظروف اللاهوائية. وفقا ل **[11]**، يقدر معدل الاطراح ب 70-80%، ويجب أن يضاف الى ذلك نسبة 1% التي تم التخلص منها دون معالجة محددة وفقا C/N/P (100/5/1).

II-2-1-3-1- العلاجات البيولوجية:

مقدمة:

التنقية الشاملة أو البحيرة هي نظام تنقية طبيعي. في الواقع ، يعتمد هذا النوع من العمليات بشكل أساسي على التنقية الذاتية الطبيعية للأنظمة البيئية المائية (مناطق المستنقعات أو البرك). بالإضافة إلى ذلك ، فهي تتكيف بشكل أفضل مع التغيرات في أحمال المياه المعالجة. ومن هذه العيوب أنها تتطلب أسطحًا كبيرة لتشغيلها ،[16] وتعتبر تقنية التنقية هذه مناسبة جدًا لضمان الصرف الصحي في البلدان النامية. تم إدخال البحيرات الشاطئية في غرب ووسط إفريقيا ،[17] اختبرت دول مثل السنغال هذه الطريقة لمعالجة مياه الصرف الصحي المنزلية. [18] يشتمل نظام البحيرة على حفرة ترسيب وهضم وسلسلة من الأحواض حيث تنمو الطحالب أو النباتات المائية.

– طريقة الإزالة الملوثات بالبكتيريا اللاهوائية:

في محطات البحيرات ، يتم تجميع المياه العادمة المراد معالجتها في حفر بطول 3 أمتار (كحد أدنى) ، و 3- 4 عرضا ، وعمق من 1.5mالى2 m.[17] يدخل الماء إلى الحفرة من خلال أنبوب يقع في الأعلى ويخرج من خلال قناة تقع في الأسفل لتزويد أحواض البحيرة. تسمح هذه المرحلة بإزالة المادة العضوية تحت تأثير الكائنات الحية الدقيقة في الظروف اللاهوائية. يطلق التخمر اللاهوائي فقاعات غازية (طريقة ، هيدروجين ، كبريتية) يمكن أن تلتصق بالجزيئات المعلقة وتجلبها إلى السطح. تتكون قشرة في الحفرة من مواد عضوية قابلة للتخمر ومقاومة للتعفن (بلاستيك ، مطاط ، منسوجات ، [17] وبالمثل ، فإن ترسيب المادة العالقة في الحفرة يسمح بتقليل كمية الحمأة في الأحواض.

–التخثر والتلبد:(*Coagulation et floculation*)

الجسيمات الغروية هي جزيئات صغيرة جدًا تسبب التعكر ولونًا في الماء. هذه الجسيمات ، التي يمكن أن تظل معلقة في الماء ، تدوم لفترات طويلة جدًا من الوقت حتى من خلال مرشح دقيق للغاية لأن تركيزها مستقر للغاية. لا تميل هذه الجسيمات إلى التشبث ببعضها البعض للتخلص من هذه الجسيمات ، وتطبيق عمليات التخثر والتلبد.

التخثر الغرض الرئيسي من زعزعة استقرار الجسيمات المعلقة ، وتسهيل تكتلها في الممارسة العملية ، تتميز هذه العملية بالحقن والتشتت السريع لهذه المواد الكيميائية.

الغرض من التلبد هو تعزيز الاتصال بين الجزيئات غير المستقرة باستخدام الخلط البطيء. تلتصق هذه الجسيمات ببعضها البعض لتشكل كتلة يمكن إزالتها بسهولة عن طريق عمليات الترسيب والترشيح ، ويعتبر التخثر والتلبد عمليتين مهمتين للغاية إذا تم استخدامهما بشكل صحيح. في الواقع ، يؤدي إنتاج كتلة علوية صغيرة أو خفيفة جدا إلى عدم كفاية الاستقرار. عندما تصل

المياه العادمة إلى المرشحات ، فإنها تحتوي على كمية كبيرة من الكتل التي تسد هذه المرشحات بسرعة ، الأمر الذي يتطلب غسلا متكررا. عندما تكون الكتلة هشة ، فإنها تنقسم إلى جزيئات صغيرة يمكن أن تمر عبر الفلتر وتؤثر على جودة المياه المنتجة.

II-1-2-4- العلاج الثلاثي:

الغرض من هذا العلاج هو إزالة الفوسفور ، ويمكن إجراء النوعين الأخيرين من العلاج:

II-1-2-4-1- المعالجة الفيزيائية والكيميائية:

هذا هو رد فعل الأملاح التي تشكل رواسب غير قابلة للذوبان في قاع الحوض.

II-1-2-4-2- المعالجة البيولوجية:

غالبًا ما يستخدم العلاج البيولوجي المكمل بمعالجة فيزيائية كيميائية.

الفوسفور ضروري للتفاعلات البيولوجية المتعلقة بمعالجة تلوث الكربون والنيتروجين ، ومن ثم فهو مسألة استيعاب بيولوجي. يتوافق هذا الاستيعاب مع نسبة 1g من الفوسفور لكل 100 g من الكربون. إذا تم تضمين حوض الهوائي في العلاج ، يمكن زيادة هذا الاستيعاب البيولوجي. توضع البكتيريا في ظروف ذات احتمالية منخفضة للغاية للأكسدة والاختزال ، وتستوعب الفوسفور بشكل مفرط فيما يتعلق باحتياجاتها ، وهذا ما يسمى المعالجة البيولوجية الفوسفور. يمكن للبكتيريا إطلاق الفوسفور عند الاستيعاب إذا تم وضعها بشكل دائم في ظروف الأكسدة والاختزال العالية ، وعلى العكس من ذلك ، إذا تم استخلاصها بسرعة من العلاج ، فهذه طريقة للعلاج تحت كاشف الفوسفور. هذا العلاج بشكل عام غير كاف للوصول إلى مستويات الرفض المطلوبة عند مخرج المحطة. في هذه الحالة يجب أن تحسب بمعالجة فيزيائية كيميائية ، ويتم الحصول على الأخيرة عن طريق ترسيب الفوسفور مع الأملاح المعدنية (كلوريد ، حديديك ،... الخ).

II-1-2-4-3- العلاج البيكتريولوجي:

لا يتم إجراء المعالجة الثلاثية دائمًا ، فهذه المرحلة تقلل من عدد البكتيريا في الجراثيم (المسببة للأمراض) الموجودة في المياه المعالجة. يمكن طلبها في مناطق الاستحمام أو لحماية مياه الشرب.

II-1-2-4-4- العلاج البيكتريولوجي بالأشعة فوق البنفسجية:

هناك مجموعة متنوعة من الأنظمة في السوق، يتضمن المبدأ التقليدي للتطهير بالأشعة فوق البنفسجية تعريض المياه لمصدر للأشعة فوق البنفسجية عن طريق تمريرها عبر قناة تحتوي على سلسلة من المصابيح المغمورة. يتم تطبيق هذه الطريقة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي الصغيرة. نظام يعتمد على مفاعلات مولولامب يوفر مزايا من حيث تكاليف الصيانة والتشغيل.

II-2-1-4-5- المعالجة الفيزيائية والكيميائية:

تشمل المعالجة الثلاثية واحدة أو أكثر من العمليات التالية:

التطهير بالكلور أو الأوزون (للقضاء على الجراثيم المسببة للأمراض).

معادلة المعادن في المحلول في الماء عن طريق تغيير درجة حموضة الماء في نطاقات معينة ، نحصل على ترسيب لهذه الملوثات.

II-3- مختلف أنواع معالجة مياه الصرف الصحي:

تتعدد أنواع معالجة مياه الصرف الصحي وهي كالتالي:

II-3-1- التنقية بالزراعة الحرة للبكتيريا:

تشمل منشأة من هذا النوع بشكل أساسي على بنية يتم فيها الاحتفاظ بالكائنات الدقيقة الهوائية (التي تتطلب الأكسجين) والتي تعمل على تحلل المادة العضوية عن طريق تحويلها إلى مادة معدنية. تتم المعالجة في خزان تهوية حيث يتم تعليق خليط من مياه الصرف الصحي والبكتيريا الهوائية "يسمى الحمأة النشطة" أو "السائل المختلط". تحتوي الظواهر المعنية (تلك الخاصة بحوض التنشيط) على كائنات دقيقة تتركز بأعداد كبيرة جدًا ، ويتم ضمان توفير الأكسجين وتنظيف خليط "بكتيريا مياه الصرف الصحي"

بواسطة الأنظمة الميكانيكية بما في ذلك فرشاة التربين أو منفاخ الهواء. تتجمع الكائنات الحية الدقيقة التي تحلل التلوث معًا وتشكل كتلة ترسيب يتم فصلها بعد ذلك عن الماء في مصفاة المستوطنين. يتم تحويل التلوث المعالج بهذه الطريقة إلى مواد أكثر تركيزًا وحمأة ، وهذه الحمأة محصورة في الهياكل على مستوى المصنفات الغنية بالمواد العضوية. يجب تثبيت الحمأة ، أي تحويلها جزئيًا على الأقل إلى مادة معدنية.

II-3-2- التنقية بواسطة الحمأة المنشطة:

يكمن مبدأ الحمأة المنشطة في تكثيف عمليات التنقية الذاتية الموجودة في البيئات الطبيعية

– عملية "الحمأة المنشطة":

يتكون من خلط وتحريك الماء الخام مع الحمأة المنشطة السائلة ، وهي نشطة للغاية من الناحية الجرثومية. يحدث التحلل الهوائي للتلوث عن طريق الخلط الوثيق بين الكائنات الدقيقة المنقية والنفايات السائلة المراد معالجتها. ثم يتم فصل مرحلتي "تنقية المياه" و "تنقية الحمأة" ، ويتضمن التركيب من هذا النوع الخطوات التالية:

- علاجات أولية.

- حوض التنشيط (أو حوض التهوية).

- خزان الترسيب الثانوي مع استرداد جزء من الحمأة.

- التخلص من المياه المعالجة.

- هاضمات الحمأة الزائدة من خزانات الترسيب.

جدول رقم II-2 مزايا وعيوب عمل الحمأة المنشطة.

المزايا الفنية	العيوب الفنية
مناسب لأي حجم للمجتمع الإحيائي (باستثناء الأحجام الصغيرة جدا).	تكاليف استثمارية كبيرة جدا.
إزالة جيدة لجميع معايير التلوث(MES)، مناسب لحماية بيئات استقبال حساسة	استهلاك عالي للطاقة.
حماة مثبتة قليلا	الحاجة الى موظفين مؤهلين ودائمين.
سهولة استخدام إزالة الفسفور في أن واحد.	حساسية للحمولات الهيدروليكية الزائدة.
	ليس من السهل دائما تصفية الرواسب.
	يلزم إنتاج كميات كبيرة من الحماة

II-3-3- التنقية بواسطة المرشحات الرملية:

بعد الخضوع لتسوية أولية للتخلص من جزء الترسيب من المواد الصلبة العالقة ، يتم إرسال مياه الصرف إلى كتلة ترشيح مقسمة إلى 3 وحدات على الأقل مكونة من الرمل. وقت مكوث المؤثر أقصر في الدورق الهاضم منه في خزان الصرف الصحي. تعمل الرمال كدعم للكائنات الدقيقة ، وتطورها بمرور الوقت وقياس الحبيبات الصغيرة للرمل يسبب انسداد طبقة المرشح حيث الاستفادة من وجود عدة وحدات من أجل الحصول على مراحل راحة ، يتم تجفيف طبقة المرشح إذا كان استرداد المؤثر مطلوبًا للإخلاء في منفذ سطحي.

الأداء:

يتم الحصول على نتائج إزالة ممتازة (بتركيزات) من خلال هذا النظام:

- ✓ BOD_5 اقل من 25 mg/l
- ✓ DCO أقل من 90 mg/l

- ✓ MES اقل من 30 mg/l
- ✓ النترجة شبه كاملة.

نزع النتروجين المحدود على هذا النوع من التثبيت. في نسخته "الصرف الصحي المستقل" ، يمكن أن تسمح تنقية التربة ببعض التخلص من النيتروجين. أظهرت دراسة أجريت داخل مديرية الصحة والشؤون الاجتماعية في Loire-Atlantique في عام 1993 أنه يمكن التخلص من 40 ٪ من النيتروجين باستخدام مرشح رملي عمودي. يمكن أن يصل هذا التخفيض إلى 50٪ إذا تم استخدام مرشح رملي أفقي .[19]

الفوسفور: اختزال قوي لمدة 3- 4 سنوات (60 - 70٪) ثم ضعيف ثم سالب بعد 8 - 10 سنوات. [20]

إمكانية القضاء على الجراثيم المسببة للتلوث البرازي الخاضعة لارتفاع كافٍ للمواد والتشغيل الهيدروليكي دون تفضيل (تقليل الميكروبات 1000).

جدول رقم II-3 مزايا وعيوب عمل المرشح الرملي.

المزايا الفنية	العيوب الفنية
نتائج ممتازة على DBO_5، DCO، MES. DCO، DBO_5 ، N بالنترجة و نزع النيتروجين. المساحة المطلوبة اقل بكثير من المساحة المطلوبة من اجل بحيرة طبيعية. قدرة تطهير مثيرة الاهتمام.	الحاجة الى هيكل تسوية أولي فعال. معالجة خطر الانسداد (ومن هنا تأتي أهمية استخدام الرمل " مغسول" بحجم حبيبات جيدة) الحاجة الى توفر كميات كبيرة من الرمال، والتي يمكن أن تؤدي الى استثمارات كبيرة إذا لم تكن متاحة في مكان قريب. تكيف محدود مع الأحمال الهيدروليكية الزائدة.

II-3-4- التنقية بالبحيرات:

تتكون تقنية البحيرة من التدوير البطيء للنفايات السائلة المعالجة مسبقًا في سلسلة متوالية من الأحواض الضحلة. خلال هذه العملية ، تتم التنقية بطريقة طبيعية بفضل تكاثر الكائنات الحية الدقيقة والحادة الميكروسكوبية ، حيث تنتج الأخيرة الأكسجين الضروري من خلال عملية التركيب الضوئي الخاصة بها.

كما أن تأثير أشعة الشمس فوق البنفسجية ، التي تقضي على العديد من الجراثيم المسببة للأمراض ، يسمح أيضا بإزالة التلوث الجرثومي من النفايات السائلة.

الأداء:

مستوى جودة المخلفات السائلة جيد بالنسبة للمواد العضوية: تخفيض بنسبة 80٪. بالنسبة للمغذيات ، يظل التخلص منها مقصورًا على الاستيعاب البكتيري ويظل حوالي 25- 30٪.

جدول رقم II-4:مزايا وعيوب عمل البحيرات

المزايا الفنية	العيوب الفنية
تنوع الأحمال الهيدروليكية و/ أو العضوية الكبيرة نفايات سائلة عالية التركيز. النفايات السائلة غير المتوازنة في المغذيات (سبب النمو الخيطي للحماة المنشطة). المعالجة المشتركة للنفايات السائلة المنزلية والصناعية القابلة للتحلل. تكامل جيد للمناظر الطبيعية. تنظيف الرواسب كل سنتين. الحماة مستقرة.	رفض متوسط الجودة على جميع البارامترات. وجود معدات كهرو ميكانيكية تتطلب الصيانة من قبل متخصص. الضوضاء الناجمة عن وجود نظام التهوية. استهلاك عال للطاقة.

هذه العملية متسامحة بشكل خاص مع عدد كبير من العوامل التي تسبب عمومًا أعطالًا خطيرة جدًا في عمليات التنقية التقليدية.

II-3-5- التنقية بالزراعة الثابتة:

في التثبيت بواسطة مزارع ثابتة يتم تنفيذ عمل يتضمن السماح بتثبيت وتطوير الكائنات الحية الدقيقة ، تم تصميم النظام لتعزيز الاتصال بين الماء والهواء والبيئة وتنقية الكائنات الحية الدقيقة.

يتم استخدام عمليتين في الزراعة الثابتة:

- **أقراص بيولوجية**
- **الأسرة البكتيرية**
- **سرير بكتيري:** يتكون من مواد ذات سطح تلامس كبير (البوزولان ، عناصر بلاستيكية ، حواجز ،.. إلخ) مكدسة في خزان قاعه مثقوب للسماح بتزويد الغلاف الجوي بالأكسجين. يتم توزيع النفايات السائلة المعالجة مسبقا (المستقرة)

على سطح القاع بواسطة باب دوار ورشاش بعد الترشيح من خلال مواد التعبئة ، حيث يتم استرداد المياه المعالجة في قاعدة الهيكل بعد قناة المعالجة ، وتعود المياه المعالجة إلى وضعها الطبيعي. البيئة أو تم إرسالها للتصنيف.

مناسبة بشكل عام للمجتمعات الصغيرة .

مقاومة البرودة (الأقراص محمية دائمًا بأغطية أو بمبنى صغير).

❖ الأقراص البيولوجية:

تقنية أخرى تستخدم الثقافات الثابتة تتكون من أقراص بيولوجية دوارة ، حيث تقوم الكائنات الدقيقة بتطوير وتشكيل طبقة بيولوجية مطهرة على سطح الأقراص. كون الأقراص شبه مغمورة ، فإن دورانها يسمح بتأكسد الكتلة الحيوية الثابتة. يُنصح بهذا النوع من التثبيت للتأكد من:

- ✓ الموثوقية الميكانيكية للحديد (محرك البدء التدريجي ، التثبيت الجيد للدعم على المحور).
- ✓ قياس أبعاد سطح الأقراص (يجب أن يتم ذلك مع هوامش أمان كبيرة).

مزايا وعيوب العائلة البكتيرية والأقراص البيولوجية:

مزايا:

*انخفاض استهلاك الطاقة.

*عملية بسيطة تتطلب صيانة وتحكمًا أقل من تقنية الحمأة المنشطة.

*ترسيب الحمأة بشكل جيد.

*حساسية أقل لتغيرات الحمل والسموم من الحمأة المنشطة.

*مناسبة بشكل عام للمجتمعات الصغيرة ؛

*مقاومة البرودة (الأقراص محمية دائمًا بأغطية أو بمبنى صغير).

الفصل الثالث

التنقية النباتية

III-1- مقدمة:

التنقية النباتية هي نظام صرف صحي يستخدم حوض من المرشحات المزروعة. تضمن النباتات تطوير بيئة تسمح بتنقية المياه ، وقد تم إعداد هذا النظام على المستوى الفردي لمعالجة المياه الرمادية فقط

(الاستحمام ، الأطباق ، الغسالة ،.. إلخ) ؛ والمياه السوداء لذلك يرتبط باستخدام المراحيض.

III-2- تاريخ التنقية النباتية :

تم تطويرها على نطاق واسع منذ العصور القديمة والعالم كله معروف بالظواهر الطبيعية للتنقية الذاتية لأحواض البرك والمستنقعات. ابتداء من عام 1920، البحيرات حول العالم. ولكن في عام 1950، تم إطلاق دراسات لفهم أداء النظم البيئية بشكل أفضل. في ولاية كاليفورنيا وفي عام 1960 تم بناء أول بحيرة. اشتملت على زراعة الطحالب.

يتم تقييم هذا النظام من خلال الاستجابة للمشكلات خاصة في المتوسطات المشتركة خاصة في فترة الصيف. ونتيجة لذلك، ظهر نظامان:

- نظام الفلاتر المزروعة بالنباتات الكبيرة التي تتطلب مهارات فنية وتكلفة أعلى لتنفيذه.

- البحيرة نفسها ، وتستخدم في الدول النامية على عكس المرشحات التي تنتشر في الدول المتقدمة مثل فرنسا.

III-3- مبدأ المعالجة:

سيتم جمع المياه العادمة (أو المياه الرمادية) من الحمام والمطبخ المليئة بالمنظفات والشحوم والمذيبات والحطام العضوي وكذلك المياه السوداء من المراحيض المحملة بمواد عضوية نيتروجينية مختلفة وجراثيم برازية ثم توجيهها إلى:

* المعالجة الاولية والتي يتم فيها تخليص المياه من المواد الصلبة العالقة وكذلك الشحوم (خزان الصرف الصحي هو الجهاز الأكثر شيوعًا).

* المعالجة الثانوية التي تعمل كمنقي نهائي قبل التصريف في البيئة الطبيعية.

III-3-1- تنقية المياه العادمة بأحواض الترشيح:

بعد المعالجة الاولية ، ستخضع مياه الصرف لثلاث معالجات رئيسية متزامنة عن طريق التدفق عبر أحواض الترشيح:

- المعالجة الفيزيائية: الترشيح من خلال أنظمة الحصى والبوزولان والجذور ، والاحتفاظ ببعض المواد الصلبة العالقة.

- معالجة كيميائية: ترسيب المركبات غير القابلة للذوبان ، امتصاص النباتات للنترات ، الفوسفات ، تحلل الملوثات المنزلية المختلفة تحت تأثير إفرازات الجذور من القصب ، تطور هذه النباتات شبكة جذر كثيفة للغاية (الجذور).

- معالجة بيولوجية: تقوم البكتيريا المرتبطة بجذور القصب بتفكيك الرواسب المتراكمة إلى عناصر بسيطة قابلة للذوبان في الماء ومغذية للنباتات (بالتغذية على هذا الأكسجين ، فإنها ستحول المادة العضوية في الماء إلى المواد المعدنية يمكن ان تمتصهالنباتات).

- وأخيرًا: تكمل النباتات هذا الترشيح عن طريق التخلص من الفوسفات وتقليل معدل بعض الملوثات (بما في ذلك النيتروجين والفوسفور).

III-4- أنظمة التنقية النباتية المختلفة:

عادة ما يتم ترتيب حوض المعالجة في سلسلة. اعتمادًا على أنواع النباتات المستخدمة في البحيرات ، فإننا نميز بين النباتات الكبيرة الضحلة:

III-4-1- بحيرات ذات نباتات مجهرية: (Lagunage à microphytes)

تسمى "البحيرة الطبيعية" ، وهي تتكون من تعريض الأحواض (المملوءة بمياه الصرف الصحي المراد معالجتها) للهواء تحت تأثير الرياح ، وتسمح الكائنات الحية الدقيقة بالحد من التلوث العضوي. بحسب. [17] وقد استخدمت هذه البحيرات في اقريقيا اكثر . هذه العملية تجعل من الممكن الحصول على أداء في الحد من البكتيريا والفيروسات المسببة للأمراض. ومع ذلك ، فإن تقنية معالجة مياه الصرف الصحي لها عيوب. في الواقع ، يؤدي انتشار الطحالب في الأحواض إلى زيادة المواد الصلبة العالقة ، علاوة على ذلك ، فإن عائدات القضاء على التلوث الكربوني منخفضة للغاية. هذه هي الطريقة التي يتطور بها تكاثر الخلايا الكبيرة الحجم أكثر فأكثر.

III-4-2- بحيرات ذات نباتات عادية: (Lagunage à macrophytes)

في هذه العملية ، يتم استخدام نباتات مائية مختلفة تسمى النباتات المائية (نباتات مائية وعائية ، طحالب مائية وبعض الطحالب الكبيرة). [21]

تتمثل أهم وظيفة للنباتات العادية فيما يتعلق بمعالجة مياه الصرف الصحي في الآثار الفيزيائية التي يولدها وجودها.

وفقا ل.[21] تعمل النباتات الكبيرة على تثبيت سطح قاع الاحواض ، وتوفر ظروفا جيدة للترشيح الفيزيائي وتوفر سطح تلامس ضخم (مواقع محددة) لنمو البكتيريا. توفر النباتات الكبيرة ، من خلال أنظمتها الجذرية ، الأكسجين الذي يسمح بتحلل المواد العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة. المركبات المعدنية الناتجة عن هذه الأنشطة البكتيرية تستخدم بدورها بواسطة الخلايا الكبيرة لتخليق العناصر (مثل السكريات) اللازمة لتطورها.حسب .[16] كمية الأكسجين المنبعثة حول جذور النباتات محدودة

للغاية. تشير هذه التهوية المحدودة حول البيئة الجذرية للنباتات إلى أنه داخل أحواض البحيرة ، غالبا ما تكون الظروف لاهوائية، ما لم يكن الحمل العضوي للمياه المعالجة منخفضًا أو كانت الأحواض ضحلة.

اعتمادا على الأنواع النباتية المستخدمة ، يتم التمييز بين "النباتات الكبيرة العائمة" المتساقطة في البحيرة و "النباتات الكبيرة المزروعة". هذا الأخير يتكون من استخدام النباتات التي يمكن أن تستقر داخل الأحواض. وبالفعل ، تملا الأحواض، بسماكة حوالي 25cm، بالرمل أو الحصى أو الخث . **[16]** أين تعلق جذور النبات. اعتمادًا على الأداء المطلوب ، يتم استخدام نباتات مختلفة: الفراجميت، والقصب، والقزحية، والراش، والسيبروس، واللوليوم. تستخدم تيفاأيضًا . **[22]**

III-4-2-1- آليات التنقية والمعايير البيئية:

لا تزال آليات التفاعل لأحواض النباتات الكبيرة تناقش في الأدبيات لأن تقدمهايتاثر بالمعايير الفيزيائية والكيميائية للبيئة. ومع ذلك ، يمكن ملاحظة ما يلي من مراجعة الأدبيات هذه:

– يتم التحكم في الحد من تلوث الكربون عن طريق العمل الفيزيائي ، والترشيح بواسطة الجذور وترسيب المواد العالقة والتحلل البكتيري (اللاهوائي والهوائي). يتم توفير الأكسجين إلى الوسط من جذور النباتات.

– تتم إزالة المادة النيتروجينية ، بشكل رئيسي على شكل أمونيوم في النفايات السائلة المحلية ، عن طريق النترجة / نزع النتروجين وعن طريق إزالة النباتات. يتم التحكم في هذه التفاعلات المختلفة عن طريق تركيز الأكسجين المذاب في الوسط. ترجع إزالة الفسفور إلى حد كبير إلى إزالة النبات.

III-4-2-2- أنواع التدفق في المرشحات المغروسة:

في الواقع هناك نوعان من التدفق:

- التدفق الأفقي.

- التدفق العمودي.

في بعض الأحيان نجد اثنين من التدفقات المرتبطة.

III-4-2-2-1 - المرشحات المزروعة بالتدفق العمودي:

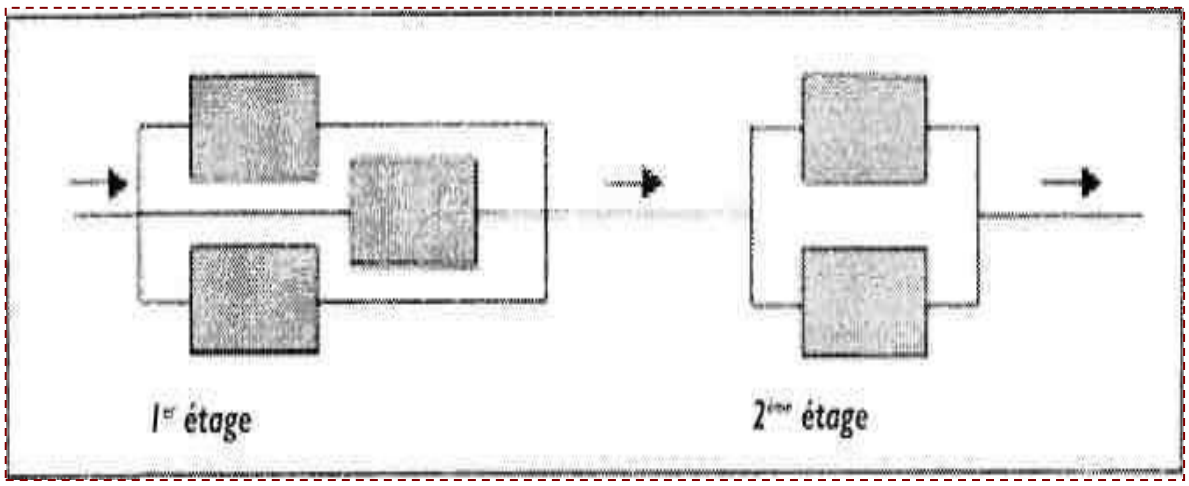
المرشحات عبارة عن حفر ، محكمة الغلق من الأرض ، مملوءة بطبقات متتالية من الحصى أو الرمل بأحجام حبيبات متغيرة حسب جودة المياه العادمة المراد معالجتها.

III-4-2-2-1-1- أساسيات التحجيم:

تم تحديد حجم المرشحات الرأسية تجريبياً عن طريق تحديد الأحمال السطحية العضوية اليومية التي تعتبر حدود مقبولة (20 إلى 25 g DBO_5 $m^2.j^{-1}$ من إجمالي المساحة المزروعة).

يتسع الطابق الأول لاستقبال ما يقارب 40g $DBO_5 m^2.j^{-1}$ وبالتالي يمثل 60 ٪ من إجمالي السطح ، أي حوالي 1.2 m^2/EH. عندما تكون الشبكة وحدوية أو أحادية جزئيًا ، يتم زيادة أبعاد المرحلة الأولى إلى 1.5m^2/EH. يتم تقسيم هذه المرحلة إلى ثلاث مرشحات، مما يجعل من الممكن الحصول على فترات راحة تبلغ 2/3 من زمن.

يشكل سطح الطابق الثاني بشكل عام 40٪ من إجمالي السطح ، أي حوالي 0.8m^2/EH. في هذه المرحلة ، يكون وقت الراحة المطلوب مساويًا لوقت التشغيل ، مما يتطلب تركيب عدد من المرشحات مضاعفات 2 ويساوي 2/3 من عدد المرشحات المستخدمة للمرحلة الأولى.



الشكلIII-1: مخطط تصميم للمرحلتين الأولى والثانية

III-4-2-2-1-2- المواد:

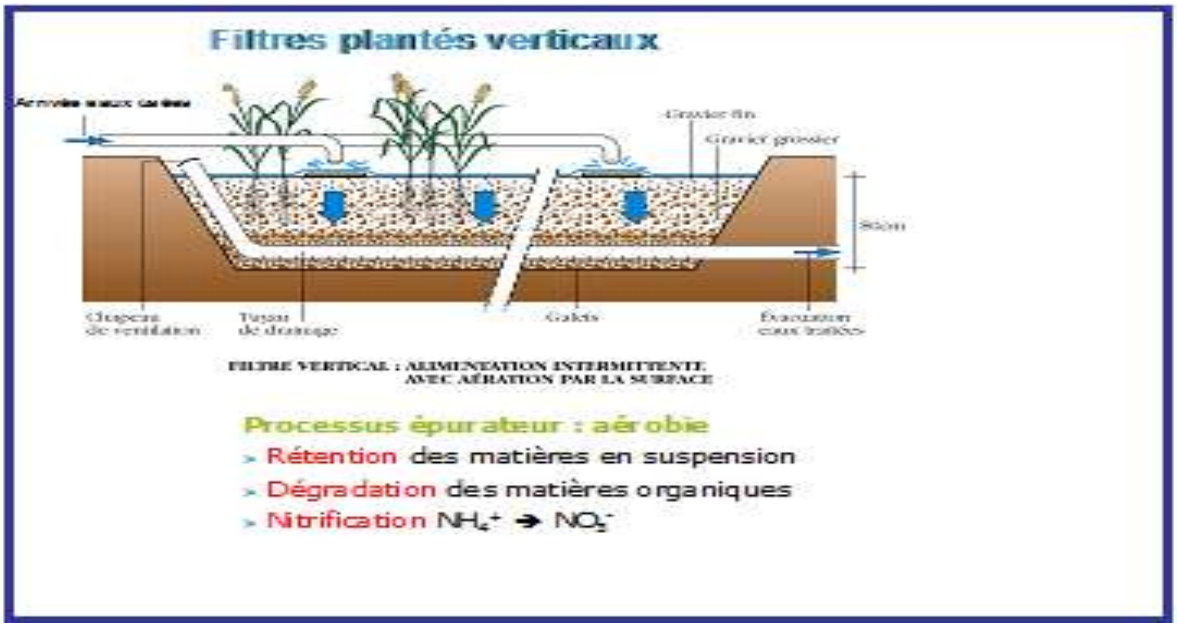
تتكون مواد التعبئة للمرحلة الأولى من عدة طبقات من الحصى. الطبقة النشطة عبارة عن حصى بطول حبيبات(2-8 mm)، وبسماكة حوالي 40cm. الطبقات السفلية ذات حجم حبيبات متوسطة (10 mm- 20) مما يجعل من الممكن الوصول إلى طبقة تصريف من الحصى حيث طول الحبيبات (20 mm – 40).

في المرحلة الثانية يتم تحسين العلاج،وهذا يقليل من خطر الانسداد وتتكون هذهالمرحلة من طبقة من الرمل بارتفاع لا يقل عن 30cm.

III-4-2-2-1-3- مبدء العمل:

يتم مياه الصرف الصحي الخام مباشرة على سطح المرشح ، دون استقرار مسبق. يتدفق داخله عن طريق الخضوع للعلاج الفيزيائي (الترشيح) ، والكيميائي (الامتزاز ، والتعقيد ، وما إلى ذلك) والبيولوجي (الكتلة الحيوية المثبتة على دعامة دقيقة). يتم تصريف المياه المعالجة. يتم تزويد المرشحات بمياه الصرف الصحي الخام عن طريق الخزان. في نفس المرحلة ، يتم فصل سطح الترشيح إلى عدة وحدات مما يجعل من الممكن تحديد فترات التغذية والراحة.

يعتمد مبدأ التنقية على تطوير كتلة حيوية هوائية مثبتة على تربة معاد تكوينها. يتم إحضار الأكسجين عن طريق الحمل الحراري والانتشار. إن إمداد جذر النباتات بالأكسجين ضئيل مقارنة بالاحتياجات. [23]



الشكل III-2: مقطع عرضي لمرشح مزروع بالتدفق العمودي

III-4-2-2-1-4- التصريف :

الطبقة السفلية من الحصى 20 mm - 40 تضمن تصريف النفايات السائلة. يفضل استخدام انابيب صرف اصطناعية صلبة ذات فتحات عريضة، لأنها ليست حساسة للغاية للانسداد. و كل انبوب متصل بفتحة تهوية.

III-4-2-2-1-5- الغرس:

من الناحية النظرية، يمكن استخدام عدة أنواع من النباتات (Scirpus spp.Typha...) ، ولكن القصب من نوع (Phragmites australis)، نظرًا لمقاومتها للظروف التي تواجهها (فترة غمر المرشح الطويلة، فترات الجفاف ، معدل مرتفع من

المواد العضوية) ، والنمو السريع للجذور وشعيراتها ، غالبا ما تستخدم في المناخات المعتدلة .[24] (كثافة الغرس 4 نباتات / مترمربع.)

III-4-2-2-1-6- الاستغلال:

جدول رقم III-1: عمل المرشحات المزروعة بالتدفق العمودي

المهام	التكرار	الملاحظات
إزالة الأعشاب الضارة	السنة الأولى	مكافحة الأعشاب يدويا. [25] وبمجرد إثبات الهيمنة فان هذه العملية لا تعد ضرورية
القص	1/سنة (الخريف)	قص وتفريغ النباتات لتجنب تراكمها على سطح المرشحات. ولتقليل فترة الصيانة هذه، يمكن تنظيف المصانع إذا لم تكن الغشاء الأرضية تقوم بعملية السد، وإذا كانت أنابيب التغذية مصنوعة من الحديد الزهر.[26]
المتابعة والصيانة المنتظمة	1/ربع السنة 1/أسبوع	تنظيف سيفون تغذية المرحلة الأولى بنافورة ماء مضغوطة. يعطي التحليل المنتظم للنترات في النفايات السائلة مؤشرا على صحة المحطة
صيانة روتينية	1 الى2/ أسبوع 1/أسبوع 2/أسبوع	تنظيف المقبض التحقق بانتظام من العمل السليم للأجهزة الكهرو ميكانيكية واكتشاف الأعطال بأسرع ما يمكن تشغيل الصمامات.
عمليات صيانة أخرى	كل زيارة	الاحتفاظ بدفتر صيانة يسجل جميع المهام التي يتم القيام بها، وقياسات التدفق (قناة تدفق المتري، وقت تشغيل المضخة)، للحصول على معرفة جيدة بالتدفق. وهذا ايضا يجعل من الممكن إعداد تقارير تشغيلية.

ينتج مرشح التدفق الرأسي الذي يعمل بشكل مثالي النترات وأي انخفاض في التركيز الناتج(على مدى لاسبوع أو شهر) يعكس نقصًا في الأكسجين وبالتالي تدهور المعالجة. يمكن إجراء هذه المراقبة بسهولة باستخدام أوراق المؤشرات.

III-4-2-2-1-7- الاداء:

✓ DBO_5 25mg/l.

✓ DCO 80 mg/l.

✓ MES 30 mg/l.

✓ NTK (* N + NH4 عضوي) 10 mg/l بشكل عام مع قمم لا تتجاوز 20 ml/g .

الفوسفور: انخفاض الامتصاص عادة (يعتمد على قدرة الامتزاز الركيزة وعمر التركيب).

✓ الجراثيم المسببة للأمراض: القضاء عليها بشكل محدود (التخفيض: 10 إلى 100).

III-4-2-2-1-8- الميزة التقنية :

✓ سهولة وتكلفة تشغيل منخفضة. لا يوجد استهلاك للطاقة إذا كانت التضاريس تسمح بذلك.

إمكانية معالجة مياه الصرف المنزلية الخام.

✓ الحد الأدنى من إدارة الحمأة.

✓ التكيف الجيد مع التغيراتالموسمية لسكان .

III-4-2-2-1-9- عيوب التقنية :

الاستغلال المنتظم ، القص السنوي للجزء الهوائي من القصب ، ازالة العشب يدويا قبل هيمنة القصب.

✓ يظل استخدام هذا القطاع لسعات أكبر من 2000 EH صعبًا للغاية بالنسبة لقضايا التحكم في المكونات الهيدروليكية والتكلفة مقارنة بالقطاعات التقليدية. لا يمكن تصور تصميم لأحجام أكبر إلا بعد انعكاس عميق فيما يتعلق بتكييف قواعد التحجيم والشروط الواجب توافرها لضمان التحكم في المكونات الهيدروليكية.

خطر وجود حشرات أو قوارض.

III-4-2-2-2- مرشحات مزروعة بتدفق أفقي:

III-4-2-2-2-1- أساسيات التحجيم:

لتحديد السطح الضروري ، توفر القيم التجريبية أدناه نتائج التنقية المتوقعة .[27]

✓ بالنسبة للتركيزات الأولية التي تتراوح من (150mg/l إلى 300 mg/l) من DBO_5، تبلغ المساحات المزروعة **5 m^2/EH** في المعالجة الثانوية .

✓ بالنسبة لتركيزات أعلى أو لاستخدام التربة الموجودة ، والتي نادرًا ما يوصى بها ، يبدو أنه من الأفضل اختيار الممارسة الدنماركية التي تتمثل في تحديد حجم المرشح عند **10 m^2/EH**.

✓ في معالجة النفايات السائلة من شبكات مياه الأمطار .[28] حق الطريق **0,5 m^2/EH .**

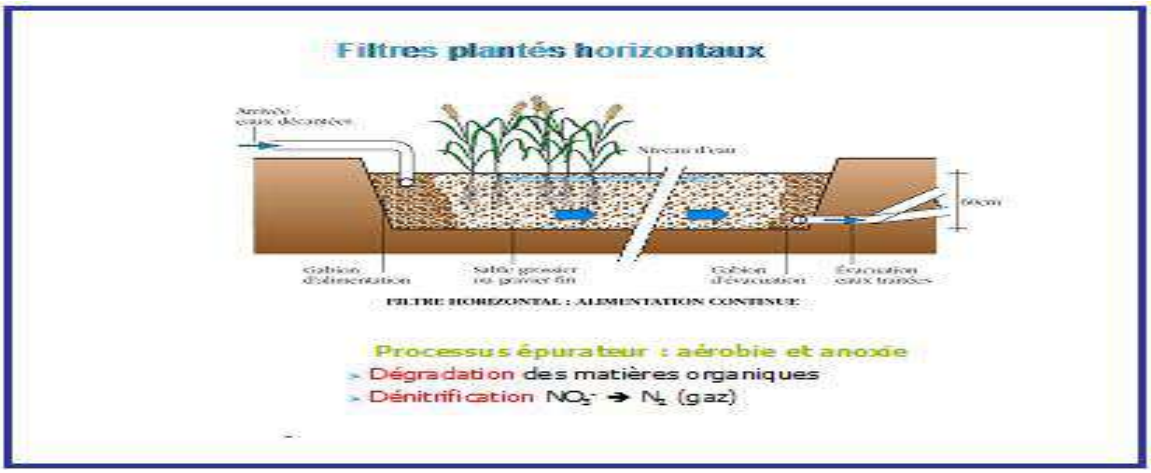
III-4-2-2-2- قسم االترشيح:

يجب تحديد المقطع العرضي للمرشح من قبل مكتب الدراسات. يعتمد ذلك على النفاذية الأولية للمادة المختارة.

III-4-2-2-3- عمق المرشح:

سيكون عمق المرشح مساوياً لأقصى عمق لاختراق الجذر. هذا العمق هو 60 cm للفراغميت .[29]

لم يتم تأكيد فرضية التحسن الملحوظ في التوصيل الهيدروليكي الأولي ، بعد التطور المكثف لجذر القصب ، سواء من حيث الكثافة أو العمق. يتم تعويضها عن طريق تراكم المواد الصلبة العالقة والمواد العضوية .[30] لذلك من المهم أن يكون للدعم المختار نفاذية من 1 إلى 3.10^3m/s. لذلك يجب استبعاد معظم أنواع التربة.



الشكل III-3: مقطع عرضي لمرشح مزروع بالتدفق أفقي

III-4-2-2-2-4- مبدأ العمل:

في مرشحات التدفق الأفقي ، يكون حوض المرشح مشبعًا تمامًا بالماء. يتم توزيع النفايات السائلة على كامل عرض وارتفاع مدخل الحوض بواسطة نظام توزيع يقع في أحد طرفي الحوض ؛ ثم يتدفق في اتجاه أفقي في الغالب عبر الركيزة. في معظم الأحيان ، تكون التغذية مستمرة لأن الحمل العضوي المقدم منخفض.

يتم الإخلاء عن طريق مصرف يتم وضعه في الطرف المقابل من السرير ، في الجزء السفلي ويتم دفنه في خندق من أحجار الصرف. يتم توصيل هذا الأنبوب بسيفون مما يجعل من الممكن تعديل ارتفاع الفائض ، وبالتالي ارتفاع الماء في السرير ، بحيث يتم تشبعه أثناء فترة التغذية. يجب الحفاظ على مستوى الماء حوالي 5 cm تحت سطح المادة. في الواقع ، يجب ألا تدور المياه فوق السطح حتى لا تقصر سلسلة المعالجة ؛ لذلك لا توجد مياه مجانية ولا يوجد خطر من انتشار الحشرات.

III-4-2-2-2-5- المواد:

في الأصل ، تم تطوير العملية باستخدام التربة في مكانها ، مع الدعوة لتحقيق التوصيل الهيدروليكي ، على المدى الطويل ، وتبلغ قيمته 3.10^3 m/s. تم إنشاء العديد من المرشحات على افتراض أن الموصلية الهيدروليكية ستزداد مع تطور الجذر.

بعد التجارب السيئة ، يوصى الآن باستخدام الحصى المغسول بمقاييس حبيبية مختلفة ، وفق لنوعية المياه الواردة (3-6, 5-10,6-12 mm). [27]

III-4-2-2-2-6- النباتات:

الصنف الأكثر استخدامًا هو قصب (Phragmites Australis) نظرًا لسرعة نموه وتطور الجذور ومقاومته لظروف التربة المشبعة. ويمكن ان تتم الزراعة باستخدام البذور اوالبراعم الصغيرة أو الجذمور بكثافة حوالي 4 لكلm^2.

العملية:

الجدول رقم III-2: عمل المرشحات المزروعة ذات التدفق الافقي

المهام	التكرار	الملاحظات
صيانة هياكل ما قبل المعالجة	1/أسبوع	والهدف من التأكد من انها تعمل بشكل صحيح وإنها لا ترفض الكثير من MES التي يمكن أن تسبب الانسداد.
ضبط مستوى المخرج	1/ أسبوع	إجراء تعديل منتظم على مستوى منفذ المياه لتجنب الجريان السطحي. بالنسبة للمحطات الكبيرة (> m"/j500)، قد يتطلب فحص مستوى المنفذ مرور يومي. المكونات الهيدروليكية لهذا النوع من العمليات هي نقطة رئيسية. ينبغي التحقق من التوزيع الصحيح للنفايات السائلة في المرشح. يجب اتخاذ الترتيبات اللازمة لتنظيف جهاز الإمداد في الحالات التالية
إزالة النباتات والأعشاب	السنة الأولى غير ضروري	في السنة الأولى من المفيد إجراء إزالة الأعشاب اليدوية بحيث لا تعيق نمو النباتات. **[25]** يمكن إجراء هذه العملية ايضا بغرق سطح المرشح غرقا طفيفا (cm10) على حساب ناتج التنقية . **[28]** وبمجرد إثبات الهيمنة ، فان هذه العملية لا تعد ضرورية.

		يمنع عدم وجود تدفق السطحي دون القص. النباتات الميتة لا تتداخل بأي شكل مع المرشحات الهيدروليكية.
العمليات الأخرى من الصيانة	كل زيارة	الاحتفاظ بسجل صيانة يشير الى جميع المهام التي تم تنفيذها وقياسات التدفق(قياس تدفق المياه، ووقت تشغيل المضخات)، للحصول على معرفة جيدة بالتدفقات. هذا ايضا يجعل من الممكن إنتاج تقارير التشغيل.

ينتج مرشح التدفق العمودي الذي يعمل بشكل مثالي النترات واي انخفاض بتركيز الناتج(على مدى اسبوع او شهر) يعكس نقص الاكسجين وبالتالي تدهور المعالجة.ويمكن اجراء هذه المراقبة بسهولة باستخدام اوراق المؤشرات

III-4-2-2-2-7- الاداء:

من حيث الأداء على DBO_5 لتركيزات المدخل التي تتراوح من 50 mg/l إلى 200، ولأبعاد من 3 إلى 5 m^2/EH، فإن الأنظمة ذات التدفق الأفقي والمليئة بالحصى تحصل على انتاجية من حوالي 70 إلى 90٪. ومع ذلك ، فإن هذه التركيزات منخفضة للغاية بحيث لا يمكن اعتبارها ممثلة لمياه الصرف الصحي الحضرية. بشكل عام ، في المعالجة الثانوية ، تكون النترجة محدودة ولكن نزع النتروجين جيد جدًا.

يعتمد مردود الفوسفور على نوع التربة المستخدمة ، لكنها تظل منخفضة نسبيًا.

III-4-2-2-2- 8- المزايا التقية:

- ✓ استهلاك منخفض للطاقة: لا يتطلب منحدرًا كبيرًا لتدفق الجاذبية.
- ✓ لا حاجة لمؤهل متقدم للصيانة.

✓ استجابة جيدة لتغيرات الحمولة .

III-4-2-2-2- 9- العيوب التقنية:

البصمة مهمة.

✓ لا يمكن التفكير تركيب اسطح يبلغ حجمهاحوالي 4000EH إلا اذا تم النظر بالتفصيل في شروط تكييف قواعد التحجيم وضمان التحكم الهيدروليكي.

III-5- حدائق المياه العادمة:

III-5-1- التعريف:

حدائق مياه الصرف الصحي (WWG) هي تقنية بيئية تستخدم مبادئ معالجة مياه الصرف العضوية البيئة،**[30]** ويقوم حوض WWG باعادة إنتاج ظروف الأراضي الرطبة الطبيعية، والتي تسمى "كلاوي الأرض" نظرًا لقدرتها التقنية العالية في معالجة التلوث ومياه الصرف الصحي. على عكس العديد من الأراضي الرطبة الطبيعية، فإن شبكة بالمياه العالمية (WWG) تنتمي الى عائلة الاراضي الرطبة ذات التدفق تحت الارضي ، مما يعني أن مياه الصرف الصحي لاتلامس الهواء في أي وقت من الأوقات ، مما يمنع الاتصال العرضيبين البشر والروائح الكريهة وانتشار البعوض.

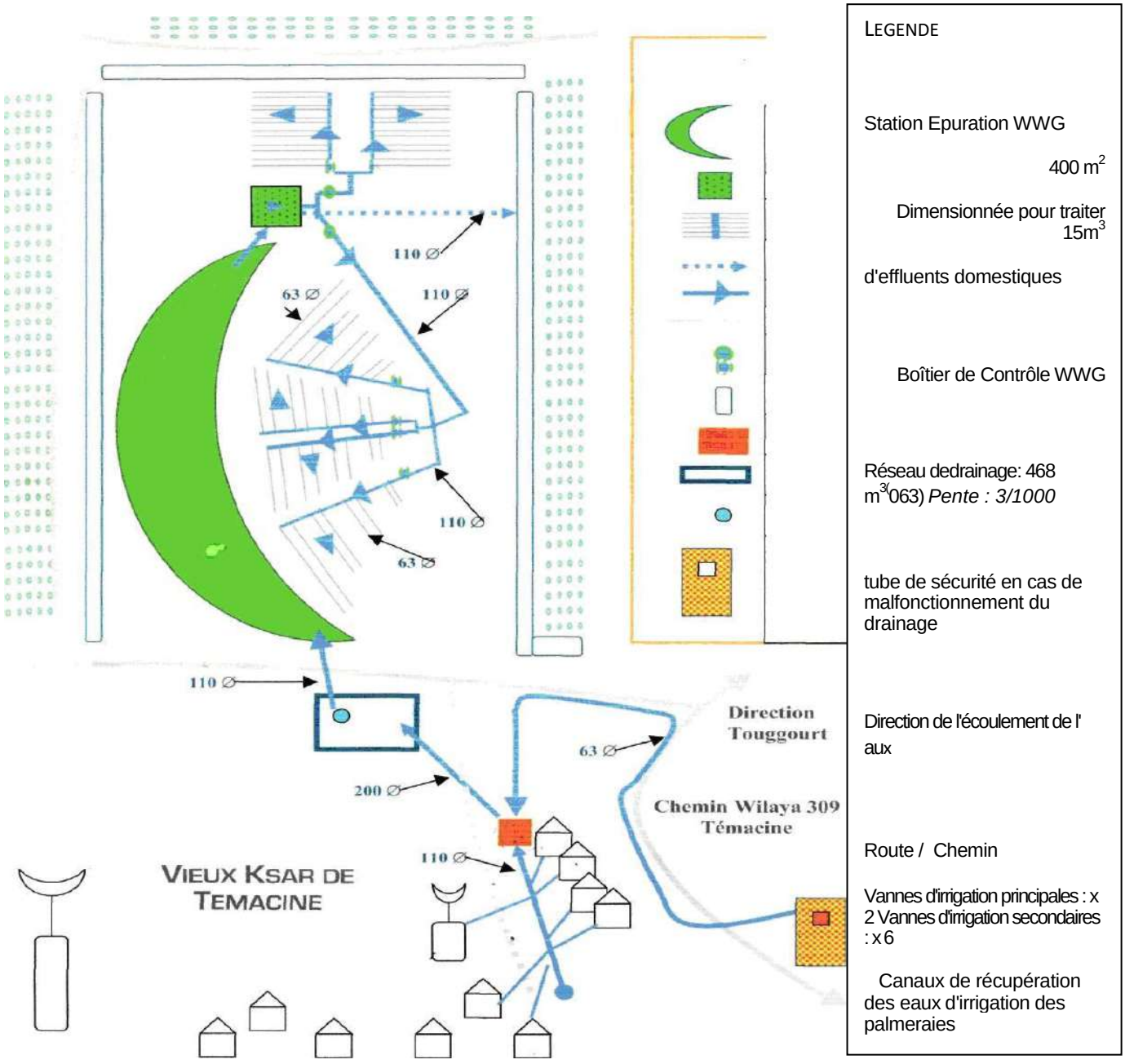
وتسمح هذه التكنولوجيا البيئية البسيطة والفعالة بحل العديد من مشاكل مياه الصرف الصحي والادارة البيئية ، خاصة بفضل القيمة المضافة الكبيرة التي تتيحها من خلال إنشاء مساحات نباتية إضافية.

III-5-2- تقديم وحدة WWG لقصر تيماسين القديم:

تم تصميم محطة WWG لمعالجة $15m^3$ من المياه الرمادية والسوداء في اليوم وهو مايعادل انتاج 100 شخص بمعدل150L/personne/jour، رغم انه لا يبدو ان هذا الانتاج قد تم تحقق منه وحسابه وفقا لمتوسط التقدير في المنطقة. وتجدر الاشارة ايضا الى ان امدادات المياه المستمرة في المنازل ليست مضمونة بعدولكن ينبغي ان تكون في السنوات الخمس المقبلة ، مما قد يؤدي الى تغييرات كبيرة في استهلاك السكان للمياه.

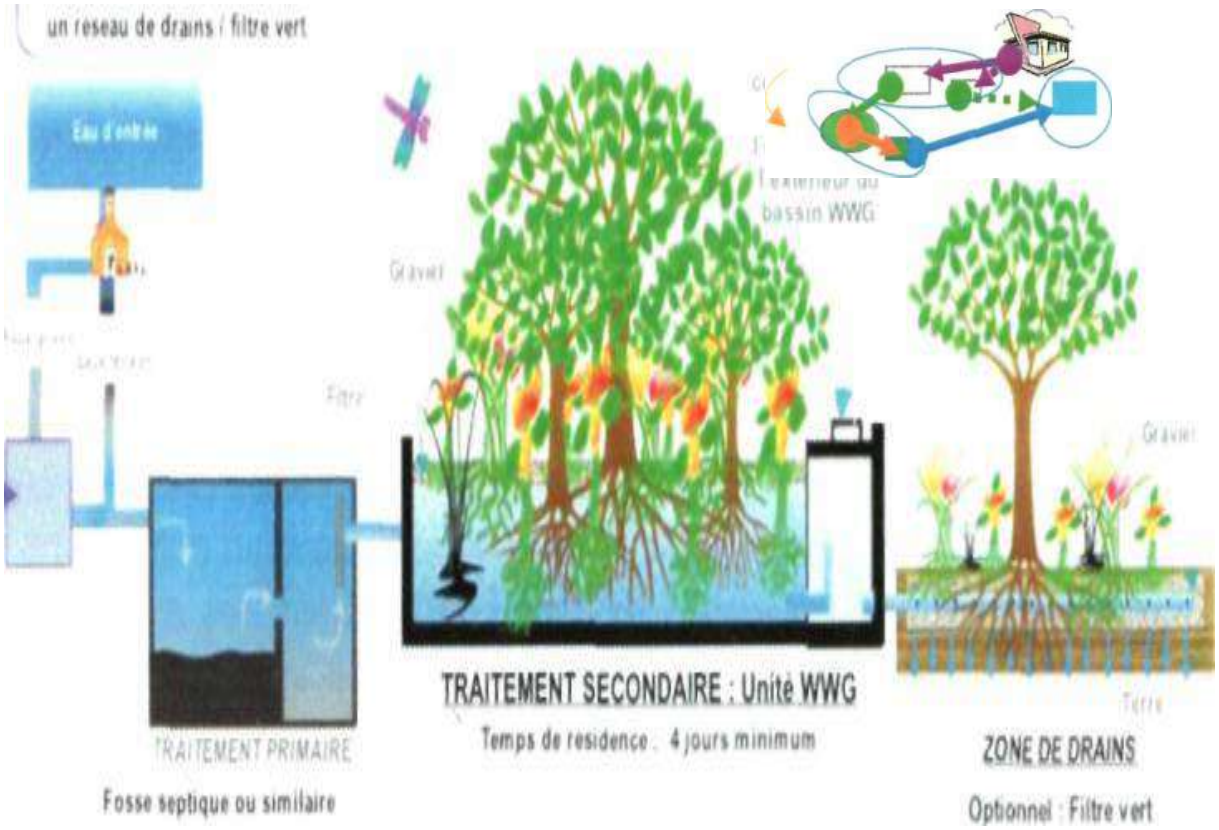
بعد الرحلة الدراسية الأولى في عام 2006 ، تبين ان وجود السكان في هذا الجزء من القصر القديم كان أقل من 100 شخص ، وبالتالي كان من الضروري توفير مياه صرف إضافية بواسطة مضخة من محطة التصريف القريبة (لحسن الحظ!) ان المساحة المحجوزة مخصصة لمحطة WWG.

يتم إجراء الاختبار لمدة 72 ساعة ، وملء خزان الصرف الصحي إلى مستوى 1.60 m وتدريج جدران الخزان كل 5 cm فوق هذا المستوى. تشير النتائج التي تم الحصول عليها إلى متوسط انبعاث مياه الصرف الصحي



الشكل رقم III-4: رسم تخطيطي لمحطة معالجة حدائق مياه الصرف الصحي (WWG)، قصر تماسين القديم (OURGLA.W) مع تدفق المياه

III-5-2-1- معالجة المياه العادمة المنزلية بواسطة الوحدة التجريبية WWG Temacine:



الشكل رقم III-5: الهيكل الكامل لوحدة WWG

III-5-2-2- نظرة عامة:

تقوم وحدة WWG بإعادة إنتاج ظروف الأراضي الرطبة الطبيعية في بيئة خاضعة للرقابة. من الناحية الفنية ، فإن وحدة WWG عبارة عن أرض رطبة اصطناعية (تسمى أحيانًا "أرض رطبة المشيدة"). [30] تدفق المياه الجوفية، على عكس الأراضي الرطبة ذات التدفق السطحي الاصطناعي. هذا يعني أنه لا توجد مياه الصرف الصحي على السطح في أي وقت ؛ تظل دائمًا مغطاة بالحصى، وبالتالي تجنب أي اتصال عرضي مع البشر، والروائح وانتشار البعوض تمر مياه الصرف أولاً من خلال معالجة أولية ، مثل خزان الصرف الصحي أو أكياس البراز ، حيث يتم فصل المواد الصلبة والبراز عن الماء و تستقر أو تتحلل عن طريق العمليات الميكروبيولوجية اللاهوائية. بعد ذلك ، يجب أن تمر مياه الصرف من خلال مرشح لضمان بقاء الجسيمات الكبيرة مع الحمأة ، بحيث يمر الماء فقط عبر طبقة الحصى الخاصة بوحدة WWG. ثم يتم ترشيح المغذيات العضوية بواسطة الحصى حيث تحرص الميكروبات الموجودة أيضًا على جذور النباتات على تقليلها عن طريق التغذي عليها كما هو الحال في التربة. تقوم نباتات WWG بوحدة تجميع العناصر الغذائية من الماء من خلال جذورها ، وتتغذى عليها ، ثم تعيد المياه الزائدة إلى الغلاف الجوي من خلال النتح من أوراقها.

ثم تتدفق المياه المعالجة بواسطة بركة WWG إلى الأرض من خلال خطوط المصارف التي يمكن أن تعمل كري تحت السطح ، لتغذية النباتات الأخرى بالمغذيات التي لا تزال موجودة في الماء.

تتم كل من هذه العمليات دون أي اتصال بشري – في جميع المراحل ، يتم الاحتفاظ بالمياه تحت الأرض لمنع الاتصال البشري العرضي (باستثناء عند فحص مستوى المياه لوحدة WWG في مبيت التحكم). عندما تغادر المياه منطقة الصرف النهائية ، غالبًا ما يكون مستوى تنقيتها أعلى بكثير من المعدلات المطلوبة أو الآمنة. في معظم الأنظمة ، يتم استخدام معظم المياه بواسطة وحدة WWG والنباتات في منطقة التصريف / المرشح الأخضر.

III-5-2-3- المرحلة 1- العلاج الأولي:

يحل خزان الصرف الصحي محل المعالجة الأولية ، مع وجود مرشح عند مخرج المياه ومدخنة للتنفس. وتتكون من غرفتين رئيسيتين مع ماسورة مقاس 400 mm تعمل كممر بين الغرفتين. تم بناء جدار يقف عند مدخل الحفرة على ارتفاع 0.80 m من أجل إبطاء سرعة المياه ، وهو نظام لا يعرفونه ولكن يبدو أنه مألوف هنا.

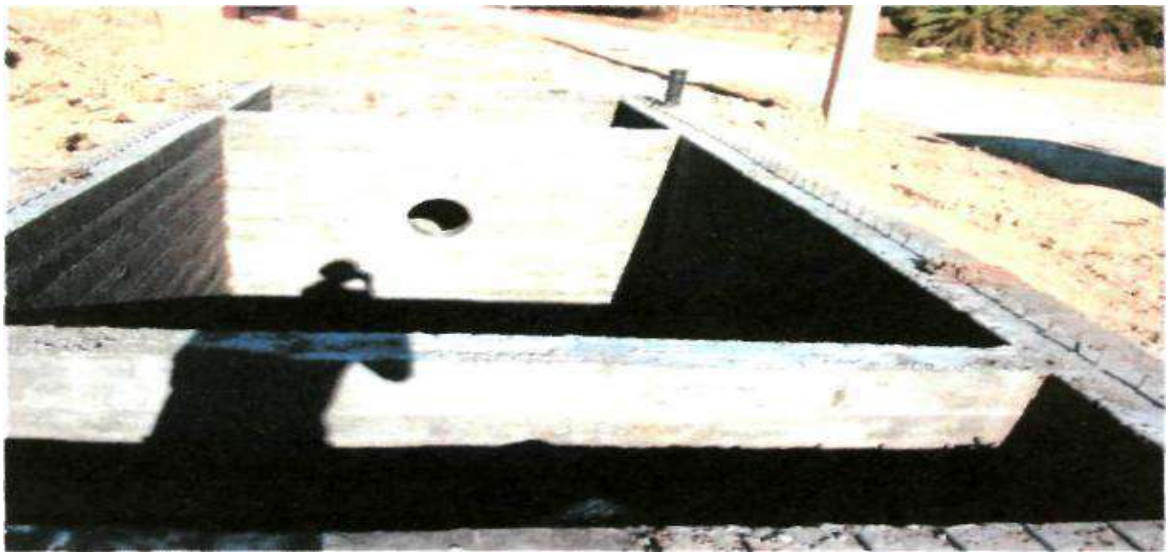
حددوا في دراستهم ، وحجم إجماليm^3 45 ، **[30]** أي 3 أيام من الإقامة المائية ، ولكن بعد بنائه والتحقق من حجمه الفعلي المفيد ، اتضح أنه لا يتجاوز 34.67 m ، أي أن مدة الإقامة تقل إلى 2 أو 31 يوما أو حتى كمية مياه الصرف الصحيm^3/jour 12.22 إذا بقوا ضمن منظور مدة الإقامة لمدة 3 أيام. هذا ليس خطيرا جدا، إلا أن هذا الانخفاض في الحجم يزيد من تكرار الصيانة. بالنسبة لضخ الحمأة الذي كان يجب أن يتم كل 6-8 سنوات ، فمن المحتمل أن يتم القيام به كل 4-5 سنوات – على الرغم من صعوبة تحديد ذلك بسبب التباين في المرافق الصحية المستخدمة في المنازل.

الشكل رقم III-7: خزان الصرف الصحي من محطة تماسين

الشكل رقم III-6: ليف محطة تماسين

III-5-2-3-1- مرشح خزان الصرف الصحي:

كما فشل مكتب التصميم المسؤول عن تصميم خزان الصرف الصحي في توفير مرشح عند مخرج المياه ، خلافًا لمواصفاتهم المتكررة. لذلك تم تصميم مرشح من قبل مدير الموقع ، بقطر 500 mm، مملوء بـ ليف (ألياف النخيل). تتميز الالياف بكونها مادة محلية وغير مكلفة ، والتي يمكن أن تكون بمثابة سماد جيد للنباتات في منطقة الصرف ؛ عيبه هو أنه سيتعين تغييره بشكل متكرر أكثر من مرشح الحصى أو مرشح البلاستيك الصناعي.



الشكل رقم III-8: مدخنة الصرف الصحي من محطة تماسين

III-5-2-4- المرحلة 2– المعالجة الثانوية:

حوض WWG: بعد المعالجة الأولية ، تتدفق النفايات السائلة إلى حوض WWGمع مقصورة واحدة أو أكثر ، اعتمادًا على حجم النظام ، تكون مقاومة للماء ومليئة بالحصى. تم بناء الحوض بطريقة تحفظ المياه تحت سطح الحصى الجاف ، وبالتالي تجنب الروائح والتلامس العرضي.

صندوق التحكم في مستوى الماء: اعتمادًا على تصميم النظام ، يتم وضع الصندوق إما في وحدة معالجة WWG نفسها أو في الخارج ، بجوارها مباشرة. يسمح بفحص مستوى المياه في الوحدة ، بينما يعمل كبوابة لتدفق المياه المعالجة إلى المصارف / منطقة المرشح الأخضر.

الشكل III-9: مياه الصرف الصحي حدائق حوض تماسين

III-5-2-4-1- تدفق المياه :

هناك نوعان من مصادر المياه العادمة: تلك التي يتم جلبها من منازل القصور بمعدل 3.5 m³/l، والتي يتم جلبها عن طريق الجاذبية ، وتلك التي يتم إحضارها عن طريق مضخة موضوعة في محطة التصريف.

يلتقي الماءان في فتحة ، ثم يتدفقان عن طريق الجاذبية إلى خزان الصرف الصحي ، ثم يتم توجيه المياه الخارجة من خزان الصرف الصحي عن طريق الجاذبية إلى حوض WWG. تتدفق المياه المعالجة من حوض WWG إلى "فائض" ، والذي نسميه صندوق التحكم ، متصل مباشرة بمنطقة صرف تحت الأرض تبلغ مساحتها 468 m، مقسمة إلى 60 خطا بميل يبلغ 1000/3.

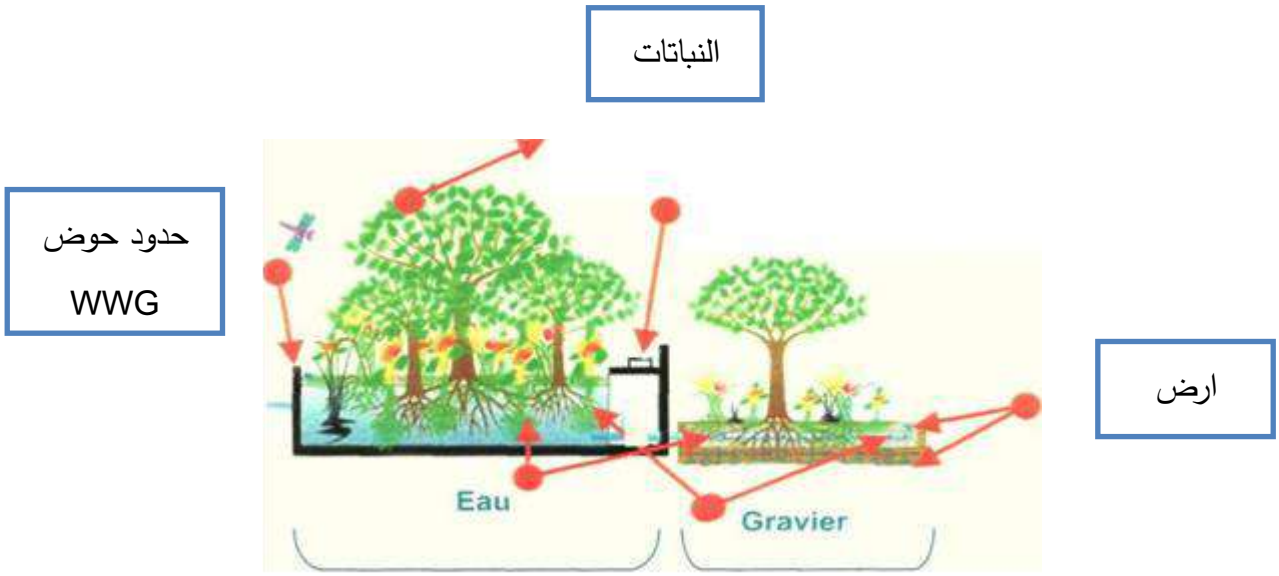
تم وضع أنبوب أمان في صندوق التحكم ، ليكون بمثابة تصريف للمياه في حالة عدم عمل أو تشبع شبكة الصرف يتم توجيهها للقناة المجاورة.

III-5-2-4-2- مدة بقاء المياه العادمة:

تقرر زيادة فترة الإقامة في حوض WWG بشكل طفيف من 5 أيام قياسية إلى ما يقرب من 6 أيام (5.86 أيام بالضبط) من أجل زيادة معدل تنقية المياه ؛ خلال الأشهر التي يكون فيها التبخر النتح الأدنى (من نوفمبر إلى مارس، بمتوسط mm/jour 2.5) يزداد وقت الإقامة إلى 6.28 يوما، بينما خلال الأشهر الأكثر سخونة مع ارتفاع معدل التبخر (أفريل إلى أكتوبر ، بمتوسط 7.21 mm/jour في المتوسط) ، سيتم زيادة وقت الإقامة إلى 7.21 يوما.

III-5-2-5- المرحلة 3 – منطقة التصريف / الفلتر الأخضر:

يتم توجيه المياه التي يتم تفريغها من بركة WWG (و / أو خزان الترسيب في حالة فصل المياه) إلى قنوات الصرف التي يمكن استخدامها لتغذية منطقة خضراء إضافية تستفيد نباتاتها أيضًا من العناصر الغذائية الموجودة دائمًا في الماء.



الشكل رقم: III-10 وحدة WWG – منطقة الصرف / المرشح الأخضر

III-5-2-6- المكونات الرئيسية لـ Temacine WWGs:

المكونات الرئيسية لحدائق مياه الصرف الصحي في تيماسين (WWG) هي النباتات ومياه الصرف الصحي وبرك المعالجة.

III-5-2-6-1- النباتات:

يحتوي حوض WWG تماسين حاليا على 941 نباتا مقسما إلى 23 نوعا. وقد جلبت أهمها في الفترة ما بين 30 أفريل و 2 ماي بالنسبة لهذه الوحدة التجريبية ، تم البحث عن تنوع نباتي كبير ؛ ما يقرب من 95 ٪ من المزارع المعترف بها لقدرتها على العيش في مثل هذه البيئة المشبعة بالمياه و 5 ٪ من النباتات هي نباتات اختبار. تم إيلاء اهتمام خاص لإدراج النباتات ذات القيمة المضافة العالية. عادة ما يعملون دائمًا مع نباتات محلية ، لكنهم اختاروا استيراد نبات ذي قيمة مضافة هائلة من المغرب – في مجال معالجة مياه الصرف الصحي (دون عرض مخاطر غزو الفراجميت ، على سبيل المثال). ، موجود جدًا في جميع قنوات المياه حول Témacine ، كمحاربة للتآكل ولإبطاء صعود الكثبان الرملية (الجذور الكبيرة ، 3-5 أمتار – يطلق عليها ("مسمار نباتي") ، نجيل الهند (zizanioides). لقد ارتكبوا خطأ في خطوات البروتوكول التي يجب اتباعها لاستيراد هذا النبات ، ولكن على أمل أن تؤكد التحليلات النهائية والرسمية أنه خالٍ من أي عدوى. وهو نبات صحي للغاية في العادة ، وصل إليه بشهادة الصحة النباتية الخاصة به ، المعترف به على أنه ليس ناقلا. تم إرسال العينات. إلى مختبر غرداية في 13 ماي من قبل خدمات وقاية النبات في تماسين وورقلة ، واستلموا اول تقرير (غير رسمي) من المختبر يفيد بأن النبات سليم في 30 ماي. الأنواع التي توجد في المنطقة قليلة ، مع مناخ يبدو أنه قادر على دعم تنوع أكبر. من أجل التمكن من اختبار تنوع أكبر من النباتات ، كان على البعض أن يأتي من الجزائر العاصمة ، ولا سيما أشجار الموز وأشجار الجوافة وأشجار البابايا.

III-5-2-6-2- الماء:

أحواض WWG قوية ومصممة للتعامل مع فترات تقلب حجم المياه (10-20٪)لكن النباتات قد تعاني ، لذا تأكد من حصولها على كمية كافية من الماء). سيتم تحسين جودة المعالجة من خلال توفير المياه في اتجاه التيار لأن المياه ستبقى لفترة أطول في خزان الصرف الصحي و وحدة WWG (زيادة وقت الإقامة). إن تقليل كمية المياه (من خلال المراحيض الموفرة للمياه ، والاستحمام ، والغسالات) لا يوفر المال فحسب ، بل يحسن أيضا أداء وحدة حدائق المياه العادمة.

III-5-2-6-2-1- الحجم الإجمالي لحوض WWG وحجم المياه:

تبلغ مساحة ZHA 400m² بإجمالي حجم 260 m³ شامل الحصى و88 m³ للمياه فقط. تمت إضافة جدران لإبطاء تدفق المياه داخل الحوض لضمان بقاء الماء في الحوض للوقت اللازم.

III-5-2-6-2-2- مستوى الماء:

منسوب المياه في الحوض m0.55 مغطى بطبقة من الحصى تتراوح ما بين (10- 15 cm) .

III-5-2-6-2-3- العزل المائي لحوض WWG:

تم اختيار العزل المائي للخرسانة المسلحة لبناء الحوض وصندوق التحكم الخاص به ، مع أسمنت HTS (نسبة عالية من الكبريتات) 400kg/m³ 3. تم وضع طبقة من الجص الأسمنتي HTS ، دائما 400 kg/m³ ، مع CK Plastiment داخل وخارج البركة.

III-5-2-6-2-4- أبعاد منطقة الصرف:

يتكون النظام من شبكة صرف جوفية بطول 468 m مقسمة إلى 6 مناطق رئيسية. تم إجراء اختبارات متكررة للتأكد من وجود توزيع متساو بين المناطق المختلفة. المياه التي تمر عبر صندوق التحكم في حوض WWG ، يتم تقسيمها بعد ذلك إلى أنبوبين رئيسيين.

** نوع المصارف: مواسير الصرف عبارة عن مواسير بقطر63 mm تقطع يدويا كل 10– 15 cm وتوضع على طبقة من الحصى (0.5 m - 0.7) مغطاة بطبقة 5 cm من الحصى ثم الأتربة. يتم توزيع المياه عن طريق أنابيب قطرها 110 mm يتم توصيلها بعد ذلك عن طريق التخفيضات لخطوط المصارف نفسها.

*** سلامة الصرف الصحي: من أجل ضمان أمان إضافي ، ومع ذلك ، وبناءا على طلب الخدمات الهيدروليكية في Témacine، تمت إضافة أنبوب إضافي إلى منفذ صندوق التحكم من أجل أن يكون بمثابة تفريغ للمياه في هذا الحدث عدم

تشغيل شبكة الصرف الصحي (تشبع التربة) وتراكم المياه في صندوق التحكم ، ثم ارتفاع المياه في حوض WWG نفسه. تم وضعه حوالي 8 cm فوق خط المياه لأنبوب الصرف إلى شبكة 468 m.

III-5-2-5-6- الري الجوفي:

بعد أن تم اختيار منطقة الصرف كموقع تجريبي لتكون بمثابة منطقة ري تحت الأرض ، تم وضع الصمامات في بداية الأنابيب الرئيسية لتتمكن من ضمان إمداد المياه بالمياه. أقسام مختلفة مزروعة. ومع ذلك ، من المهم ضمان إمداد إضافي بالمياه للمياه المعالجة ، نظرًا لتقلباتها وحقيقة أن الأشجار الصغيرة (المزروعة في وقت متأخر!) تحتاج إلى إمداد منتظم بالمياه. لهذا الغرض ، تم تركيب صندوق مع نظام من الخراطيم المرنة حتى يمكن ري النباتات يدويا.

III-5-2-5-6- تحميل المياه المراد معالجتها:

يعتمد تحجيم محطة WWG على DBO_5 البالغ 795mg/l الذي تم إرساله إليهم من قبل السلطات المحلية خلال مهمتهم الدراسية في 2005.

III-5-2-7- معدل التنقية المستهدف:

الجدول رقم III-3: معدل التنقية المستهدف بواسطة حوض Temacine WWG

(85-95%+) 2-20 mg/L	$DB0_5$ (الطلب البيو كيميائي للأكسجين)
(90% +) 20-50 mg/l	DCO (الطلب الكيميائي للأكسجين)
(90-95%) 8-20 mg/L	MTS (المواد الصلبة العالقة)
(95-99%) - 2-116,000 (Cfu/100ml)	البكتيريا القولونية
(30-80%+)[1±2]0,7-8 mg/L	PT (التخفيض الذي تحدده القوانين الأوروبية إجمالي الفوسفور) بالنسبة للمناطق الحساسة
30-40% minim. À 85%[1] 0,7-60 mg/L	NT إجمالي الازوت التخفيض الذي تحدده القوانين الأوربية بالنسبة للمناطق الحساسة
إن معدل التنقية صعب التقدير لأنه يعتمد على نوعية المياه عند المدخل ويعتمد على المنتجات المستخدمة وعادات الناس الذين ينتجون المياه المستعملة: المعالجة المستمرة في منطقة الصرف خاصة عند استخدامها في منطقة المرشح الأخضر وهو حال هذه المحطة	
تشير التقديرات الى إن معدل إزالة النباتات للفسفور غلى مدي الطويل يبلغ حوالي 0.05 g/m²/jour في الأراضي الرطبة الصناعية	

III-5-3- تقديم محطة معالجة مياه الصرف الصحي في انقوسة:

محطة معالجة مياه الصرف الصحي في انقوسة هي محطة واسعة النطاق للأراضي الرطبة تحت الأرض تم تصميمها وتنفيذها وتشغيلها لما يقرب من 10 سنوات لمعالجة مياه الصرف الصحي البلدية الحقيقية. وحدة تعمل في التدفق العمودي (VFCW) بمساحة m 22750²، تعمل وحدة الأراضي الرطبة براس هيدروليكي j/ m 1743² و بدرجة حرارة تتراوح بين 15 و38 درجة مئوية، وقدرة تنقية :Eq/hap 11000.

زرعت محطة انقوسة بنوع واحد من النباتات وهو ؛ المزروعة بالقصب (phragmitesaustralis) . ويتم رصد وتقييم أداء المحطة من خلال التحليلات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المنتظمة لمدخل ومخرج مياه الصرف الصحي.

بالإضافة إلى ذلك ، تم قياس امتصاص العناصر الغذائية في النباتات. و أشارت النتائج إلى عمليات إزالة كبيرة للملوثات المختلفة في مركبات الكربون الهيد روفلورية من حيث DCO و DBO_5 و MES و NH_4^+.

محطات المعالجة ذات احواض الترشيح المزروعة بالقصب (Phtzosphére):

تنقية الأراضي الرطبة الاصطناعية التي تجمع بين المكونات المختلفة لبيئة معيشية تتكون من نباتات عالية (القصب) ، وكائنات دقيقة (بكتيريا) ودعائمها (ركائز): مرشحات مزروعة بالقصب. يعالج مياه الصرف من الأنشطة المنزلية.

III-5-3-1- طريقة عمل محطة WWG انقوسة:

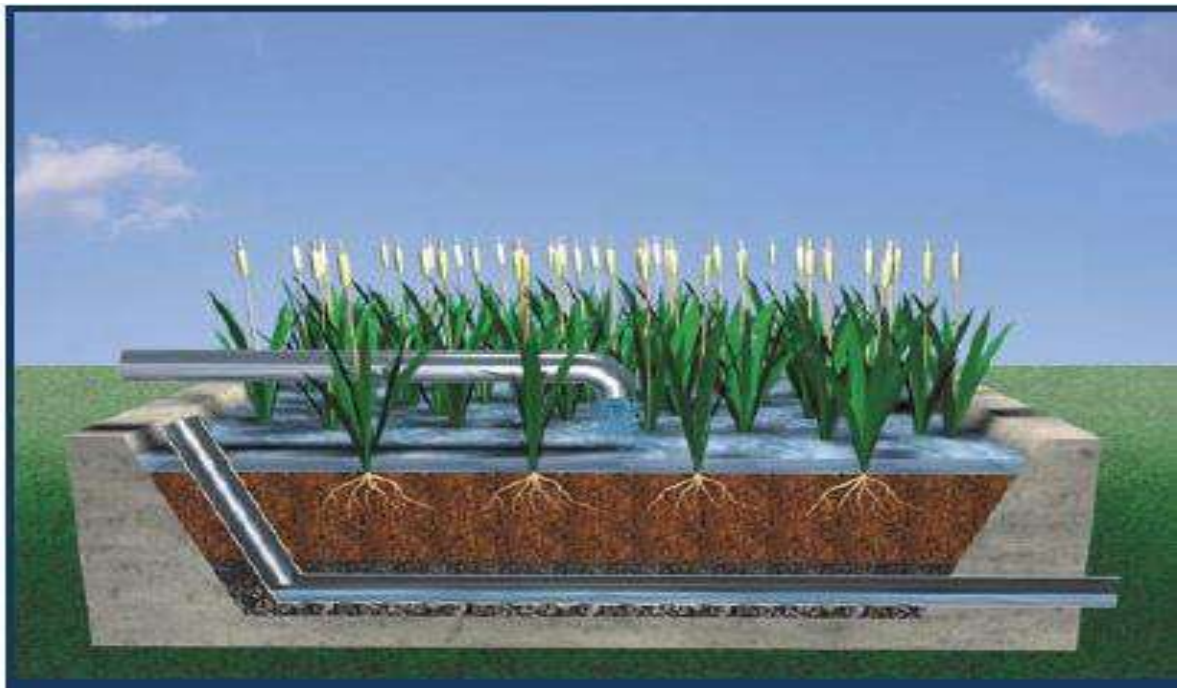
تعمل محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمنطقة انقوسة بنظام تدفق شاقولي مكون من اربعة احواض متوازية مزروعة بالقصب، وينقسم كل حوض الى ثلاثة اجزاء متساويةتعمل بالتناوب.

يتكون كل حوض من ثلاث مداخل رئيسية موزعة بشكل موحد على طول الحوض(مدخل واحد في كل جزء)، حيث كل مدخل عبارة عن انابيب مخصصة للتغذية بالاقمشة المشمعة .

يتم جمع المياه المعالجة امام الحوض الثاني لاعادة استخدامها في سقي اشجار المحطة ويتم رمي البقية الى سبخة انقوسة.

من خلال الجمع بين مناطق الحياة المرتبطة بالمياه والحصى المختلفة مع زيادة حجم الحبوب ، تجمع أحواض الترشيح بين سلسلة من أرضيات المعالجة المزروعة بالقصب. باستخدام قدرات التنقية الطبيعية للنباتات العليا ، يتم دمج عملها مع الكائنات الحية الدقيقة وأحواض الترشيح المختلفة. بالإضافة إلى التأثير البيئي المنخفض لهذا النوع من العمليات ، فإن إحدى المزايا الرئيسية هي الحد الأدنى من الطاقة المستخدمة للحصول على نتائج تنقية جيدة جدا.

- التدفق المتوسط المعالج : $800m^3/jour$
- التدفق الاقصى : $1743m^3/jour$
- السعة: 11000Eq/hab
- زمن الاقامة (البقاء): ثلاثة ايام لكل حوض
- الكثافة:(250 -200) نبتة من القصب في كل $1m^3$
- مساحة كل حوض: $S=63m \times 36m=2268m^2$
- المساحة الكلية لكل حوض: $St=2268\times4=9072m^2$
- المساحةالكليةللمحطة: $ST=(200\times105)+(35\times50)=22750m^2$
- عمق الحوض : 80cm
- ميل عمق القاع 80%: حيث يسمح السيلان وفق الوزن بتفريغ كلي للمرشح



الشكل III-11: مقطع عرضي للمرشح المزروع مع التدفق العمودي

III-5-3-2- النباتات المستخدمة:(القصب)

وجدت (**phragmites communis**)في محطة الدراسة. ويستقر في المحطات الطبيعية الرطبة جدا وفي الاراضي المالحة.

الشكل III-12:نبات القصب (phragmites communis)(محطة انقوسة)

الاسم العلمي:(phragmites communis)

الاسم : القصب (roseaux)

النوع العضوي:معمر(vivace)

الوصف الدائم: (MILOUDI A,2009) نبات معمر ذو جذور زاحفة ويحمل العديد من السيقان الطويلة التي يصل ارتفاعها الى اربعة امتار. السيقان المستقيمة والاوراق الزجاجية الصلبة، مع اللجنين الصغير والمهدب، تتناوب وطويلة .

الازهار: بني مصفر، يتكون من عدد كبير جدا من السنيبلات.

الجغرافيا الحيوية : في الاماكن الرطبة. في الاحواض ومصريف المياه، بالقرب من اشجار النخيل

فترة النمو:الازهار في افريل، ماي

الاستخدام:يتم قطع العصا الطويلة (السيقان) وتجميعها لاستخدامها كحماية من الشمس وكاداة في صنع السجاد التقليدي. كما انهاتستخدم لصنع الريش للكتابة على الاقراص القرانية. وهو مرعى جيد للمواشي.

III-5-3-3- دور القصب (macrophytes):

القصب = النباتات الكبيرة (macrophytes)

تمتلك هذه النباتات نظامًا جذريًا كثيفًا للغاية يعمل على تحسين أكسجة المرشحات ، وهو شرط لا غنى عنه لتنمية الكائنات الحية الدقيقة المناسبة. مع استمرار نموها حتى في فصل الشتاء ، تضمن الجذور التشغيل الدائم لمحطة المعالجة. تتسبب تذبذبات القصب ، تحت تأثير الرياح ، في حركة السيقان والجذور في كتلة الحمأة وداخل الكتلة الصخرية. وبالتالي ، فإن الحمأة لا تخاطر بانسداد طبقات المرشح.

III-5-3-4- دور الكائنات الحية الدقيقة:

تتكاثر البكتيريا بشكل خاص في بيئة رطبة ، وتتغذى على المواد التي يتم تحميل مياه الصرف الصحي بها. "مقص بيولوجي" حقيقي يحولونها إلى جزيئات غير ضارة.

III-5-3-5-كفاءة التنقية:

ويفقد التدفق ما يصل إلى 90٪ من المواد الصلبة العالقة (MES) عن طريق الترشيح بالمرور عبر كتلة من التجمعات المناسبة (مقارنة بـ 50٪ فقط من خلال الترسيب التقليدي).

الجدول III-4- نسبة كفاءة التنقية لمحطة انقوسة

Volume épuré du mois en M3	Débit moyen traité en M3/J	Paramètres de l'auto surveillance	MES en mg/l	DBO5 en mg/l	DCO en mg/l
20 388	658	Eaux brutes (entrée station)	93	100	303
		Eaux épurées (sortie station)	21	16	57

يتم تجفيف المواد الصلبة العالقة (الحمأة) وتحويلها إلى سماد في الموقع بفضل العمل المشترك للبكتيريا والنباتات. في هذه العملية ، ينخفض حجمها بشدة وتتحول البقايا إلى سماد يتراكم ببطء شديد على سطح المرشحات.

محطة معالجة مياه الصرف الصحي المزودة بـ "مرشحات مزروعة بالقصب" تجعل من الممكن تحقيق مستويات تنقية أعلى من 90٪.

فيما يلي القيم لشهر جوان 2013 (التحليل الذي أجراه مختبر STEP في ورقلة).

III-5-3-6- السلبيات :

لا رائحة مزعجة:

وتكون عينة التربة المأخوذة من السطح ،أي من التلامس مع النفايات السائلة، رائحة تربة رطبة.

تسمح مدخنة التهوية بتهوية الحجم الكامل لطبقة المرشح ، مما يتجنب ظاهرة التخمير التي تنتج الرائحة.

وللقصب خاصية نقل كميات كبيرة من الأكسجين من أوراقه إلى جذوره .

وبتالي، فانالبيئة الجذرية بأكملها ، وبالتالي كتلة الحمأة ، بتصبح وسط مؤكسج (هوائي) يؤدي إلى تحلل المادة العضوية ، بدون روائح (بدون تخمر).

III-5-3-7- محطة بيئية 100٪:

- لا رائحة مزعجة.

- إنتاج منخفض جدا من الحمأة (حوالي 1 cm من الحمأة على سطح القاع، سنويا) .
- محطة معالجة مياه الصرف الصحي تعمل بطريقة ريفية ، وتتطلب القليل من الطاقة ، ويتم إنتاج هذه الطاقة بواسطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية من أجل:

الإضاءة الخارجية والكهرباء للمبنى العامل تتناسب تمامًا مع سياسة التنمية المستدامة.

تطبيقات الطاقة الشمسية:

تم تنفيذ التركيبات الكهربائية الشمسية للمحطة بأكملها من قبل مركز UDES في بو اسماعيل ، التابع لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

في الواقع ، يتم توفير كل الطاقة الكهربائية للمحطة عن طريق الخلايا الكهروضوئية.

تتكون الألواح الشمسية الكهرو ضوئية من خلايا ضوئية متصلة ببعضها البعض في سلسلة ومتوازية.

الشكل III-13- الواح شمسية كهروضوئية

III-5-3-8- مزايا وعيوب الطاقة الشمسية:

- الطاقة الكهربائية غير الملوثة المستخدمة وجزء من مبدأ التنمية المستدامة .
- مصدر للطاقة المتجددة لأنها لا تنضب على المستوى البشري .
- يمكن استخدامها في المواقع المعزولة مثل موقع (STEPN'Goussa)حيث لم يكن من الممكن الاتصال بشبكة كهرباء سونلغاز(Sonelgaz).

مجمل القول:

ابتكارية ، ومعالجة مياه الصرف الصحي عن طريق المرشحات المزروعة بالقصب هي عملية تعمل على تحسين دورة تنقية المياه الطبيعية.

بيئيا، فهي تنسجم تماما مع المناظر الطبيعية ، ولا تتطلب سوى مساحة من 1.5 متر مربع إلى 2 متر مربع لكل مواطن .

عدم وجود إزعاج بصري أو ضوضاء أو حاسة الشم للسكان المحليين ، بدون مشاكل في التخزين ومعالجة الحمأة.

اقتصادية ، يتم تقليل الصيانة مقارنة بـ "محطات معالجة مياه الصرف الصحي التقليدية" ، وتكون المحطات ذات كفاءة في استخدام الطاقة ، ويمكن تطبيق استخدام الطاقة النظيفة بسهولة

الفصل الرابع

المواد والطرق

IV-1- مقدمة:

في هذا الفصل حاولنا ان نستعرض تقديم منطقتي ومحطتي الدراسة (انقوسة و تماسين) لنتطرق فيما بعد الى البروتوكول التجريبي المتبع في القياس من اخذ العينة الى اجراء التحاليل المخبرية مع ذكر اجهزة القياس وطريقة العمل .

IV-2- عرض منطقة الدراسة: تماسين

يقع قصر تماسين القديم في دائرة تماسين ، ويعتبر من بين المدن التي أسست المدينة. ويضم حوالي 100 مسكن يبلغ عدد سكانها 75 نسمة.

قصر تماسين القديم يحده من الشرق مدينة سيدي عامر ومن الغرب مدينة تميلاحت ومن الجنوب مدينة الكودية ومن الشمال مدينة البحور. يعتبر قصر تماسين من المعالم الأثرية المهمة في دائرة تماسين. يعود تاريخ تركيب المساكن في هذا القصر القديم إلى 600 عام.

الموقع الجغرافي:

تقع بلدية تماسين الشمال الشرقي لولاية ورقلة يحدها :

- من الشمال من قبل بلدية النزلة
- من الغرب من قبل بلدية المنقر
- من الجنوب من قبل بلدية بلدة عمر
- من الشرق من قبل بلدية التحالف

الموقع الفلكي:

تماسين محصورة بين:

- خط عرض: '01 33 ° شمالا
- خط طول: '00 6 ° شرقا

IV-2-1- تقديم محطة التنقية بتماسين:

هي اول محطة لمعالجة المياه المستعملة حضريا في منطقة القصر بتماسين تقرت انجزت في جويلية سنة 2007.

يحتوي الحوض تقريبا على 941 نبتة معروفة بقدرتها على العيش في الوسط المائي: الدفلة، الكركدي، القنا، البردي، الاسل.

يتسع لمعالجة $15m^3$ من المياه الرمادية والسوداء في اليوم ، أي ما يعادل إنتاج 100 شخص بمعدل 150L /personne/jour

IV-3- عرض منطقة الدراسة :انقوسة

تقع بلدية انقوسة في الشمال الغربي لولاية ورقلة وتبعد عن مقر الولاية ب 20Km. تغطي مساحة $2961\ Km^2$ ، وعدد سكان 17561 Eq/hap.

بلدية انقوسة تتكون من ثلاث مجموعات سكانية كبيرة هيا انقوسة ، البور وافران خمسة تجمعات سكانية ثانوية هي الخبنة ، غرس بوغفالة، عقلةالاربا ع، دبيش، الكم.

الموقع الجغرافي:

يحدها:

من الشمال: بلدتي الحجيرة والعالية

من الغرب: بلدية ورقلة وولاية غرداية

من الجنوب: بلدتي ورقلة وسيدي خويلد

من الشرق: بلدتي حاسي مسعود وحاسي بن عبد الله

الموقع الفلكي :

تقع انقوسة بين خط طول (5° 18'30") شرقا و خط عرض(32° 08' 27") شمالا.

يبلغ الارتفاع على مستوى السطح البحرمن 115 m الى 129 m

IV-3-1- تقديم محطة التنقية بانقوسة:

تقع محطة تنقية المياه الملوثة بواسطة النباتات في بلدية انقوسة في النقطة الاشد انخفاضا لشبكة تصريف المياه الملوثة، انجزت في 2010 وبدأت العمل في 2011. ويتم استعمال الطاقة الشمسية في المحطة لأغراض الشخصية للعمال كتشغيل مكيف التهوية والانارة وهو مشروع تجريبي للمحطة . اما خصائص المياه الصرف فعادة ماتكون مياه صرف منزلية .

IV-4- الأهداف:

الهدف من هذا الفصل هو دراسة تطور مؤشرات التلوث (pH، O_{diss} ، MES ، DCO ، NH_4^+ ، NO_3^- ، NO_2^-، PO_4^{3-}، DBO_5 و C_E) التي تؤثر على أداء التنقية لأنظمة التنقية ، على وجه الخصوص برك النباتات الكبيرة.

IV-5- مواقع جمع العينات:

يهدف هذا الجزء من الفصل إلى الدراسة التحليلية للعوامل الملوثة للمياه ، وهي عوامل فيزيائية أو كيميائية أو البيكترولوجية، لتحديد درجة النقاء التي تنتجها النباتات المزروعة في وسط حوض محطة تماسين ،(نعمم هذا على محطة انقوسة).

ولتعميم الدراسة والتأثير على جميع أجزاء الحوض، قمنا بتقسيمه إلى نقطتين ، لأخذ عينات من مياه الصرف الصحي المعنية بدراستنا في المختبر، على النحو التالي:

* النقطة 1: مدخل الحوض

* النقطة 2: مخرج الحوض

استندت دراستنا التحليلية فقط على العوامل الملوثة التالية:

أ- **:**الدراسة الفيزيائية والكيميائية: تطرقت هذه الدراسة إلى العوامل التالية: PH، NO_3^-، NO_2^-، NH_4^+، PO_3^- O_{diss}، DCO و DBO_5.

ب- : الدراسة البكتريولوجية: في هذه المتابعة في المختبر أخذنا بعين الاعتبار أن البكتيريا المسببة للأمراض وبشكل أدق:

- القولونيات البرازية

- مجموع القولونيات

IV-6- أخذ العينات:

أخذ العينات من أجل التحليلات البكتريولوجية هو نفسه بالنسبة لقياسات الملوحة. تؤخذ العينات في عبوات زجاجية سعة كل عبوة 1000ml معقمة ومحمية مسبقا في عبوات معقمة.

تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية مباشرة بعد أخذ العينات. (بعد 3 ساعات من اخذ العينة)

IV-7- الطريقة:

تم أخذ قياسات الأس الهيدروجيني والأكسجين المذاب والناقلية على عمق 30 cm عند مدخل ومخرج الحوض.

تتعلق التحاليل المخبرية بالمعاملات التالية: MES، NO_3^-، NO_2^- ، NH_4^+، PO_3^{-4}، DCO، DBO_5، CFF و CFT.

كانت مدة الفحوصات 4 أشهر مع المتابعة في المختبر كل 4 أسابيع.

IV-8- الكواشف والمعدات المستخدمة:

IV-8-1- تحديد الناقلية:

استخدمنا طريقة قياس الجهد . (***HACH ensi On156 and Sens ion 378***)

يتم سكب كمية كافية من الماء المراد تحليلهفي بيشر حتى تغمس الأقطاب بشكل صحيح ، ويتم وضع مقياس الطيف الضوئي في موضع القراءة. الناقلية. ننتظر حتى تستقر القيمة قبل قراءتها. بعد الانتهاء نقوم بشطف القطب جيدا بالماء المقطر.

IV-8-2- قياس الأس الهيدروجيني:

يتم قياس pH باستخدام جهاز ال pH متري عن طريق قطب كهربائي زجاجي.

طريقة قياس الاس الهيدروجيني:

نقوم بسكب كمية كافية من الماء المراد تحليله في بيشر بحيث يتم غمر الأقطاب بشكل صحيح ، ويتم ضبط جهاز الpH متري في وضع القراءة. ننتظر حتى تستقر النتيجة ثم نقوم بقراءة القيمة. بعد الانتهاء يتم شطف القطبالكهربائي بالماء المقطر.

IV-8-3- جرعة الأكسجين المذاب:

التحديد: استخدمنا طريقة قياس الجهد (HACH ensi On156 and Sens ion 378)

يتم سكب كمية كافية من المياه المراد تحليلها في بيشر حتى تغمس الأقطاب بشكل صحيح ، ويتم اختيار البرنامج المناسب المحفوظ في ذاكرة الجهاز. ضع مقياس الطيف الضوئي في وضع القراءة. ننتظر حتى تستقر القيمة قبل قراءة البيانات. ننتهي من خلال الشطف الجيد للقطب الكهربائي بالماء المقطر.

IV-8-4- تحديد المواد الصلبة العالقة MES:

يتم تحديد المواد الصلبة العالقة في مياه الصرف الصحي بواسطة طريقة الترشيح المصنوعة من الألياف الزجاجية.

- المعدات المستخدمة :

- جهاز ترشيح بالضغط أو تحت الفراغ (1bar أو 2bar).

- أقراص ترشيح من الألياف الزجاجية.

مبدأ العمل:

يغسل قرص الترشيح بالماء المقطر، ويجفف عند (105 درجة مئوية) حتى كتلة ثابتة ، ثم يزن لأقرب 0.1 mg بعد المرور عبر مجفف، ويوضع على جهاز الترشيح ، ويتم تشغيل جهاز الشفط أو الضغط ، يتم سكب العينة (V) على المرشح. يشطف الدورق قبل احتوائه على الماء المراد تحليله بـ 10 ml من الماء المقطر. يتم تمرير ماء الغسيل هذا من خلال الفلتر. اترك الفلتر يدور حتى يجف عند105°C ، ثم اتركه ليبرد في مجفف ووزنه لأقرب 0.1 mg حتى وزن ثابت.

التعبير عن النتائج:

يتم إعطاء محتوى المادة المعلقة من الماء (mg/l) من خلال التعبير

$$\frac{M1-M0*100}{V}$$

M0:كتلة قرص المرشح قبل الاستخدام (mg).

M1:كتلة قرص المرشح بعد الاستخدام (mg)

V= حجم الماء المستخدم (ml).

IV-8-5- تحديدDCO:

الكواشف:

الكاشف	طريقة التحضير
ماء مقطر خام	/
كبريتات الزئبق المتبلورة	/
محلول كبريتات الفضة	لتحضير محلول كبريتات الفضة : – ذوب 6.6 g من كبريتات الفضة المتبلورة في 1000 ml من حمض الكبريتيك (d=1.84).
محلول كبريتات حديد الامونيوم 0.25 N	لتحضير كبريتات حديد الامونيوم : – ذوب 98g من كبريتات حديد الامونيوم في 20ml من حمض الكبريتيك (d=1.84) ثم اضف 1000ml من الماء المقطر الى الخليط. يجب فحص عيارية هذا المحلول يوميا.
محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم 0.25 N	لتحضير محلول ثنائي كبريتات البوتاسيوم: يجب اولا تجفيف ثنائي كرومات البوتاسيوم عند درجة حرارة 110°C لمدة ساعتين، ومن ثم بعد التبريد ضع في دورق حجمي سعة 1000ml، 12.2588g من ثنائي كرومات البوتاسيوم، ثم اضف 1000ml من الماء المقطر .اغلق الدورق و رجه جيدا حتى ذوبان المادة الصلبة.
محلول فيروين	لتحضير محلول فيروين: – ذوب 0.695 g من كبريتات الحديد في 100 ml من الماء المقطر. ثم اضف 1.425 g من مادة فينونثرالين احادي الماء ، اخلط جيدا حتى الذوبان. – قم بإذابة الفينانثرالين وكبريتات الحديد في الماء وأكمل حتى الخط العياري ، ويمكن بدلا من ذلك استخدام محلول تجاري.

مبدأ العمل:

استخدمنا مقياس الألوان DR / 820 ، تتم قراءة DCO مباشرة

في الأنبوب الأول لمفاعل DCO يتم إدخال 2 ml من العينة المراد تحليلها (متجانسة) في أنبوب أخر نضع 2 ml من الماء منزوع الأيونات. إلى 2 ml من عينة الماء المراد تحليلها ، يضاف 2 ml من كاشف DCO الذي تم تحضيره مسبقا والذي يتكون

من K_2CrO_7، H_2SO_4، $AgSO_4$، $HgSO_3$. يتم وضع الأنبوبين المغلقين في مفاعل DCO. يغلي الخليط تحت الارتداد لمدة ساعتين (عند150°C). بعد التبريد، يتم نقل الأنابيب إلى مقياس ضوئي DCO من النوع photoflex. وتشير القراءة مباشرة الى قيمة عينة 1/ DCO mg.

IV-8-6- تحديد DBO_5:

هو كمية الأوكسجين(mg) المستهلكة عند 20 °C في الظلام لفترة زمنية معينة لضمان أكسدة المادة العضوية الموجودة في الماء الحصول عليها (البكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى التي تستخدم نظامها الإنزيمي) أكسدة المواد العضوية الموجودة في الماء. يكتمل التحلل عمليا بعد 20 يوما ، ولكن القيمة التي يتم الحصول عليها بعد 5 أيام من الاختبارات كافية للتوصيف لأن المياه المنزلية ، في معظم الحالات ، يتحلل حوالي 70 ٪ من المركبات بعد 5 أيام. هذا هو السبب في أننا نستخدم DBO_5 الذي يتوافق مع كمية الأكسجين المستهلكة بعد 5 أيام من الحضانة. بطريقة مبسطة ، يمكن وصف ذلك من خلال:

$$\text{الكتلة الحيوية} + H_2O + CO_2 \longrightarrow O_2 + \text{مادة عضوية}$$

لتقدير الطلب الأوكسجيني البيولوجي ، لدينا الطريقة الآلية (Rodier).

يتم تحديد DBO_5 بالطريقة الآلية

مبدأ العمل:

تمت إضافة 500 ml من مياه الصرف المراد دراستها إلى حاوية غير نشطة تحتوي على قضيب تحريك مغناطيسي. تم وضع دورق في الحمام بدرجة حرارة 20°C وبدأ تشغيل المحرك المغناطيسي. حالما يتم تحقيق توازن درجة الحرارة ، يتم إعداد مصيدة ثاني أكسيد الكربون ويتم وضع بضع ملليترات (حوالي 5ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم المركز بعناية على مادة المصيدة. يتم إغلاق الزجاجة ووضعها في جهاز التسجيل وتشغيل المضخة.

– التعبير عن النتائج:

لعينة 500 ml، يعطي الجهاز محتوى الأكسجين معبراً عنه مباشرة بـmg لكل l.

- ملاحظة:

DBO_5 هو مؤشر جيد لمحتوى المواد العضوية القابلة للتحلل في الماء. يستخدم هذا القياس على نطاق واسع لمراقبة التصريفات من محطات معالجة مياه الصرف الصحي ، حيث أنه يعطي تقديرًا تقريبيًا لحمل المواد العضوية القابلة للتحلل. كلما زادت كمية المركبات المؤكسدة كيميائيا (الدهون ، والكربوهيدرات ، والمواد الخافضة للتوتر السطحي ، وما إلى ذلك) ، زادت قيمة DBO_5.

- يمكن استخدام تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين:

– إما لتحديد كمية التلوث العضوي للمياه .

– إما لتقييم تأثير التصريف على البيئة الطبيعية (أي مادة عضوية قابلة للتحلل الحيوي يتم تفريغها ستؤدي إلى استهلاك الأكسجين أثناء عمليات التنقية الذاتية) .

– أو لتقييم شدة المعالجة اللازمة لتنقية التصريف بعملية بيولوجية.

IV-8-7- الفرق بين DCO وDBO_5:

يأتي الفرق من المواد الموجودة في الماء التي لا يمكن تحللها ميكروبيولوجيا.

يمكن إجراء DCO بسرعة أكبر من DBO_5 (الأكسدة "القسرية") وتعطي صورة للمادة العضوية الموجودة ، حتى عندما يكون تطور الكائنات الحية الدقيقة أمرا مستحيلا (وجود مادة سامة على سبيل المثال). بشكل عام ، يكون DCO هو 1.5 إلى 2 مرة ضعف BOD_5 لمياه الصرف الصحي المنزلية.

تربط العلاقة التجريبية التالية DBO_5 و DCO والمادة العضوية للعينة

(MO): $MO = (2DB0_5 + DCO) / 3$

IV-8-8- نسبة DCO/ DBO_5:

تسمى درجة التحلل البيولوجي $ß = DCO/ DBO_5$

إذا كانت نسبة DCO/ DBO_5 أقل من 3 ، فيمكن القول أن النفايات السائلة قابلة للتحلل البيولوجي بسهولة ، ويجب أن تكون المعالجة البيولوجية قادرة على القضاء على معظم التلوث. بالنسبة للمياه الحضرية ، تكون النسبة قريبة من 2 وبالنسبة للنفايات السائلة من محطات المعالجة تكون بشكل عام بين 3 و 5.

IV-8-9- تحديد درجة تلوث مياه الصرف الصحي:

هناك شبكات مختلفة متاحة لتقييم درجة تلوث المياه العادمة في المياه غير الملوثة ، والمياه متوسطة التلوث ، الخ. ويجعل من الممكن تحديد أنواع المعالجة التي يتعين القيام بها. يتم النظر في بعض المعلمات اعتمادًا على البيئة المحلية ، مثل محتوى المعادن الثقيلة والمبيدات الحشرية وما إلى ذلك ويمكن تلخيص ذلك من خلال جدولين التاليين :

نطاق الجودة:

جدول رقم: IV-1 نطاق الجودة

Classe	1A	1B	2	3	HC
DBO_5 mg O_2/l	≤ 3	de 3 a 5	de 5a 10	de 5a 25	> 25
DCO mg O_2/l	≥ 20	de 20 a 25	de 25 a 40	de 40 a 80	> 80
O_2 dissous mg/l	≥ 7	de 5 a 7	de 3 a 5	< 3	.....
N-NH_4^+ mg/l	≤ 0,5	de 0,1 a 0,5	de 0,5 a 2	de 2 a 8	> 8

1A: غياب جيد للتلوث الكبير / 1B: تلوث معتدل جيد إلى حد ما

2: تلوث صافي فقير / 3: تلوث سيئ كبير

HC: فئة غير ملوثة كبيرة جدا.

نطاق بيليفرت:

BILIEFERT في الكيمياء البيئية شبكة أخرى بدلا من NH_4^+

جدول رقم: IV-2 نطاق جودة BILIEFERT

فئة الجودة	معدل التشبع O_2 %	الأكسجين المذاب mg/l	DBO_5 en mg/l	DCO en mg/l	جودة المياه
1A	≥ 90	≥ 7	≥ 3	≥ 20	عدم وجود تلوث: ممتاز
1B	70 a 90	5 a 7	3 a..5	20 a.25	تلوث معتدل : جيد
2	50 a 70	3 a 5	5 a 10	25 a 40	تلوث صافي : متوسط
3	< 50	< 3	10 a 25	40 a 80	تلوث كبير : ضعيف
4	.....	.....	> 25	> 80	فئة مهمة جدا غير تلوث

الفصل الخامس

مناقشة النتائج

V-1- مقدمة:

الدراسة التي نقوم بها هي مقارنة نظرية بين مردود التنقية للمياه المستعملة المنزلية لمحطتي انقوسة و تماسين اللتان تعملان بطريقة التنقية بواسطة النباتات ،إذ ركزنا في دراستنا على النتائج التي تحصل عليها الأستاذ حمادي بلقاسم في متابعته لعمل المحطتين لسنة 2021 طبعا بعد موافقته على ذلك. كما تجدر الإشارة لقد اعتمدنا في دراستنا على متابعة العوامل الملوثة التالية : العوامل الفيزيائية درجة الحرارة **T** و درجة الحموضة **pH** و الطلب الكيميائي للأوكسجين **DCO** و الطلب البيوكيميائي للأوكسجين $\mathbf{DBO_5}$ و المواد العالقة **MES** من خلال تطور تراكيز هذه الملوثات عند مخرج المحطتين بعد التنقية و مقارنتها مع بعضها البعض ثنائيا .

V-2- عرض النتائج:

تم تقييم أداء التنقية على أساس الانخفاض المسجل من قبل مكونات محطتي معالجة مياه الصرف الصحي (تماسين ،انقوسة)عند دخول وخروج المياه لكل منهما.

تم احتساب التناقص للمكونات من خلال الصيغة التالية:

$$Abattement\ (\%) = \frac{CE-CS}{CE}\ x\ 100 = 100 - \frac{CS}{CE}\ x\ 100$$

حيث:

C_E: تركيز ب mg/l النفايات السائلة في مدخل محطات معالجة الصرف الصحي

C_S: تركيز بmg/l النفايات السائلة في مخرج محطات معالجة الصرف الصحي

تم الحصول عن متوسط نتائج التحليلات المراقبة خلال سنة (2021) في الجدول (**V- 1**) لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي (انقوسة) والجدول (**V- 2**) لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي (تماسين) لتسهيل دراستنا ، قمنا بتقسيمها إلى نوعين من الدراسة ، حسب نوع التلوث العضوي .

الجدول V-1: متوسط نتائج تحليلات المراقبة خلال سنة (2021) لمحطة انقوسة

		DCO mg/l			DBO_5 mg/l			MES mg/l			
C_S	C_E	%	C_S	C_E	%	C_S	C_E	%	C_S	C_E	الأشهر
0,89	2,74	78,24	78,24	393,0	87,06	18,5	143	77,40	57,25	253,39	ديسمبر
1,01	2,07	85,85	85,85	294,3	84,25	22,30	141,6	61,50	64,25	166,91	جانفي
0,92	2,45	78,65	78,65	411,6	86,96	23,51	180,4	68,58	72,84	231,85	فيفري
0,85	2,14	73,88	73,88	365,2	86,17	23,58	170,5	77,95	67,16	304,64	مارس
0,84	2,15	66,07	66,07	350,8	82,39	28,66	162,8	44,41	98,90	168,82	أفريل
98,90	168,82	44,41	44,41	168,82	44,41	98,90	168,82	44,41	98,90	168,82	ماي
0,84	2,42	61,17	61,17	322,2	74,57	33,80	132,8	56,11	60,47	137,80	جوان
0,97	2,11	73,89	73,89	295,4	75,92	33,63	139,7	62,34	71,46	189,77	جويلية
0,48	2,25	36,80	36,80	281,2	75,45	30,66	124,9	54,48	61,79	133,35	أوت
0,68	2,26	50,52	50,52	305,4	50,82	25,88	135	48,42	71,61	138,84	سبتمبر
0,82	2,38	66,73	66,73	331,6	83,80	22,5	138,9	58,57	61,30	147,99	أكتوبر
1,04	2,23	71,13	71,13	288,6	82,82	22,15	129	53,73	64,06	138,47	نوفمبر
0,84	2,28	61,73	61,73	335,5	81,91	26,30	145,4	61,84	70,63	185,10	القيمة المتوسطة

الجدول V-2: متوسط نتائج تحليلات المراقبة خلال سنة (2021) لمحطة تماسين

		DCO mg/l			DBO_5 mg/l			MES mg/l			
C_S	C_E	%	C_S	C_E	%	C_S	C_E	%	C_S	C_E	الأشهر
3,4	2,92	72,87	105,4	388,5	76,69	31	133	83	39,1	230	ديسمبر
2,96	3,27	72,38	108,4	392,6	69,58	36,5	120	98,83	36,2	170	جانفي
4,27	4,06	70,70	145,2	495,7	72,13	34	122	81,87	45	248,33	فيفري
2,23	3,08	77,06	103	449	68,38	46	145,5	66,14	46,75	144	مارس
3,33	3,15	67,33	140,2	429,2	69,11	42	136	58,95	49,25	120	أفريل
2,46	1,92	65,13	86,33	247,6	72,76	35	128,5	59,64	56,5	140	ماي
2,62	2,70	70,27	99,8	335,7	64,17	38	124	63,31	60,3	160	جوان
2,83	3,37	74,88	100,8	401,3	70,16	35,5	119	63,55	55,4	152	جويلية
2,27	2,07	66,29	98	290,8	69,28	43	140	66,52	70,3	210	أوت
2,66	2,2	63,10	112	303,6	69,56	42	138	78,31	41,2	190	سبتمبر
3,16	2,84	69,67	117	356,1	70,40	37	125	79,72	37,5	185	أكتوبر
2,66	2,28	69,65	88	290	74,01	33	127	79,48	35,9	175	نوفمبر
2,90	2,82	70,24	108,6	365	70,91	37,75	129,8	73	47,78	177,02	القيم المتوسطة

من اجل متابعة تطور تركيزات هذه الملوثات العضوية يجب أن نتبع العوامل البيئية الفيزيائية لأنها تلعب دورا فعالا للغاية في زيادة أنشطة البكتيريا التي تقلل من هذه الملوثات العضوية و والنيتروجينية ، نذكر على وجه الخصوص التغيرات في درجة الحرارة والحموضة للمياه عند مدخل ومخرج أحواض المعالجة ، وقد سجلنا هذه القياسات في الجدول (V- 3) حسب كل محطة قيد الدراسة.

الجدولV-3: متوسط نتائج تحليلات التلوث الفيزيائي درجة الحرارة T ودرجة الحموضة pH خلال سنة المراقبة (2021)

الأشهر		ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المتوسط
محطة	T_E	20,7	20,3	20,6	22,1	25,0	26,5	28,4	30,3	30,8	30,5	28	24,2	25,61
انقوسة	T_S	14,3	14,7	15	18	21,7	24,2	26,3	29	28,7	27,2	23,2	18,1	21,7
محطة	T_E	17,3	11,22	14,12	17,25	22,25	27,2	28,5	28,7	29,1	25,4	22,3	19,5	21,90
تماسين	T_S	14,8	9,68	14,35	16,17	21,9	26	26,5	27	28,3	23,6	20,4	17,2	20,49
محطة	pH_E	7,76	7,60	7,76	7,89	7,83	8,02	7,73	7,88	8,10	7,84	7,67	8,03	7,84
انقوسة	pH_S	7,81	7,75	7,90	8,02	7,92	8,20	8,04	8,06	8,16	8,04	8,27	8,15	8,02
محطة	pH_E	7,88	7,52	7,54	7,62	7,63	7,71	7,79	7,75	7,51	7,73	7,90	7,80	7,69
تماسين	pH_S	7,90	7,98	7,96	8,00	7,99	8,03	7,86	7,77	7,54	8,01	8,13	7,75	7,91

V- 3 -مناقشة النتائج:

لمعرفة تغيرات تراكيز معاملات التلوث التالية: (T، pH ،DBO_5 ،DCO ،MES)

قمنا بتمثيل رسومات بيانية التي تدرس نسبة تغيرات التركيز بدلالة الزمن الموضحة في الأشكال من (V-1) الى(V-5).

حيث أظهرت المنحنيات وجود تطابق في اتجاهات تطور معاملات التلوث عند دخول الماء وخروجه من المحطة .ولكن قبل مناقشة النتائج ندرس قدرة المحطتين على تقليل الملوثات بتطبيق قانون. [31]

V-4- طبيعة مياه الصرف الصحي في منطقتي (انقوسة، تماسين):

لقد قمنا بتحسين طريقة Metcaif et Eddy **بواسطة** [32]

لتحديد طبيعة مياه الصرف الصحي بطريقة جديدة يأخذ بعين الاعتبار الفرق بين DCO و DBO_5. وفقا ل [31]. معامل التحلل البيولوجي

$$K = \frac{DCO}{DBO5} \qquad (1)$$

لدينا

$$DDO = DCO - DBO_5$$

حيث

$$DCO = DDO + DBO_5 \qquad (2)$$

بتعويض (2) في (1) نجد

$$K = \frac{DDO + DBO_5}{DBO5} = \frac{DDO}{DBO5} + 1 \qquad (3)$$

نضع

$$\frac{DDO}{DBO5} = K'$$

فتصبح العلاقة كما يلي:

$$K = K' + 1 \qquad (4)$$

K' : معامل التحلل البيولوجي الثانوي

الجدول V-4: معاملات التحلل البيولوجي لمياه الصرف الصحي لمنطقة انقوسة

		جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
محطة انقوسة	DBO_5 $C_E mgd'o_2$ /l	141,6	180,4	170,5	162,8	145,5	132,8	139,7	124,9	135	138,9	129	164
	$C_E DOC$ $mgd'o_2$ /l	294,3	411,6	365,2	350,8	315,3	322,2	295,4	281,2	305,4	331,6	288,6	393
	$K = \frac{DCO}{DBOS}$	2,07	2,28	2,14	2,15	2,16	2,42	2,11	2,25	2,26	2,38	2,23	2,39
	$K' = K - 1$	1,07	1,28	1,14	1,15	1,16	1,42	1,11	1,25	1,26	1,38	1,23	1,39

الجدول V-5: معاملات التحلل البيولوجي لمياه الصرف الصحي لمنطقة تماسين

		جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
منطقة تماسين	DBO_5 $C_E mgd'o_2$ /l	120	122	145,5	136	118,5	124	119	140	138	125	127	133
	$C_E DOC$ $mgd'o_2$ /l	392 ,6	495,7	449	429,2	447,6	435,7	401,3	490,8	403,6	456,1	490	488,5
	$K = \frac{DCO}{DBOS}$	3,27	4,06	3,08	3,15	3,77	3,51	3,37	3,50	2,92	3,64	3,85	3,67
	$K' = K - 1$	2,27	3,06	2,08	2,15	2,77	2,51	2,37	2,50	1,92	2,64	2,85	2,67

بالنسبة لمياه الصرف المنزلية الخام ، يكون K بشكل عام بين (1.25- 2.5)، بينما K' يتراوح بين (0.25 -1.5).

– بالنسبة لمياه الصرف الصحي لمدينة انقوسة، فإن القيمة المتوسطة ل K هي 2.23 و هي محصورة بين 1.25 <2.23> 2.5.

والقيمة المتوسطة ل'K هي 1,23وهي محصورة بين0.25 < 1,23>1.5.

وهذه النتائج تؤكد عدم وجود نفايات صناعية متصلة بشبكة الصرف الصحي المحلية .كما أظهر التشخيص على التربة أن المناطق الصناعية لمدن انقوسة غير متصلة بشبكة الصرف الصحي في المناطق الحضرية.

– بالنسبة لمياه الصرف الصحي لمدينة تماسين، تبلغ قيمة المتوسط K= 3.48، وهذه القيمة أعلى من قيمة الثابت K المعطاة في علاقة [31]، اما القيمة المتوسطة ل k' هو 2.48 ، وبالتالي 2.48 > 1.5، تؤكد هذه النتيجة وجود مخلفات صناعية متصلة بشبكة الصرف الصحي المنزلية. أظهر التشخيص على التربة أن المناطق الصناعية في مدن تماسين متصلة بشبكة الصرف الصحي الحضرية.

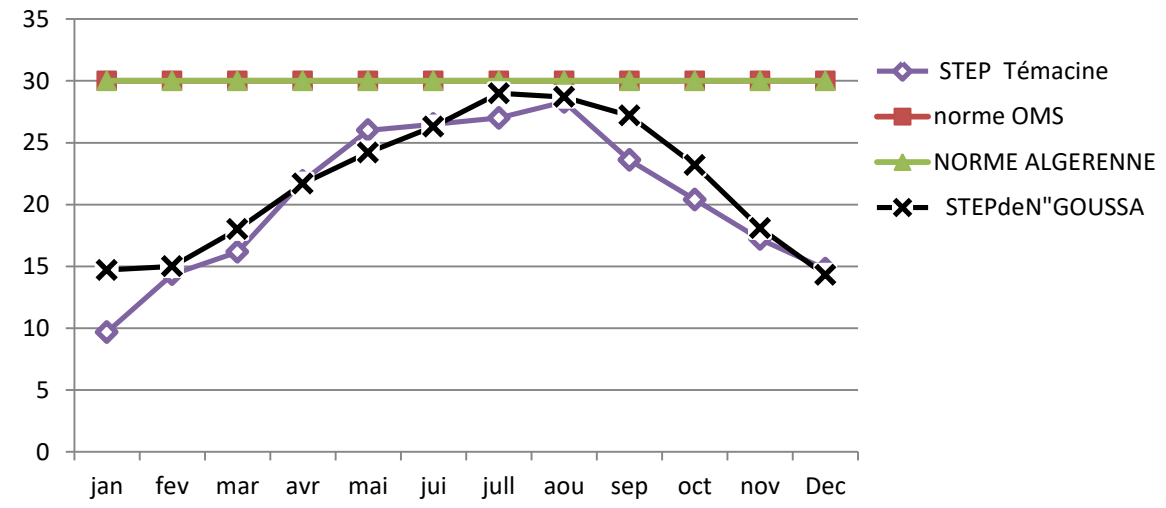
على سبيل المثال(مؤسسات الصناعات التقليدية ، مؤسسات صناعة الطوب) تقوم جميع هذه الشركات بتصريف مياهها في قنوات الصرف الصحي.

V - 5 - التطور الزمني للملوثات :

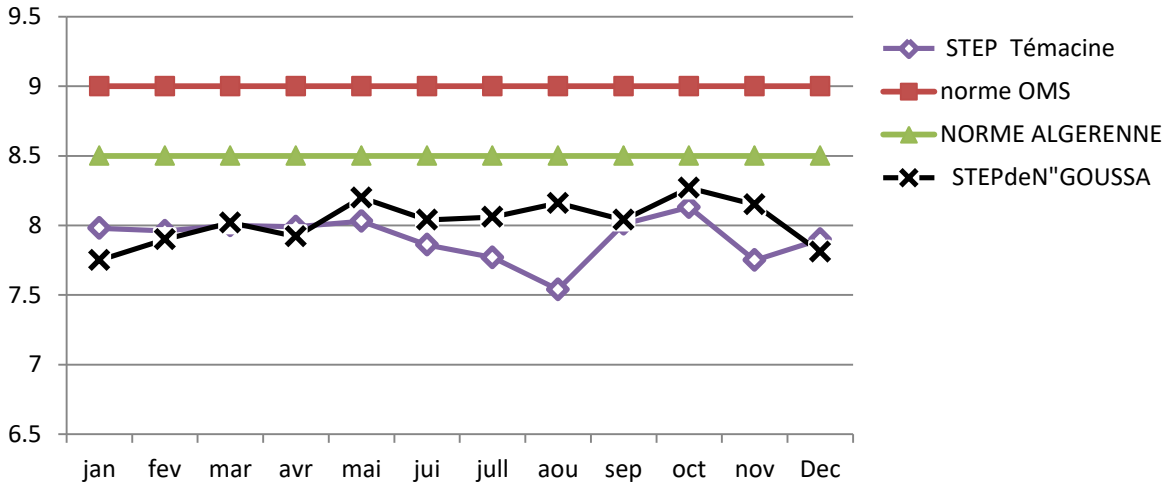
من أجل تقديم دراسة مقارنة كاملة ، قمنا برسم منحنيات بيانية لتطور تراكيز الملوثات بدلالة الزمن و مقارنة قيم المحطتين بمعايير منظمة الصحة العالمية (OMS) و معايير الجزائرية المعتمدة للتصريف ، ولا سيما فيما يتعلق بمياه الصرف الصحي المنزلية المعالجة.

V- 5 - 1 - التطور الزمني للمعاملات البيئية (درجة الحرارة T و درجة الحموضة pH):

يوضح الرسم البياني (1-V) و (2-V) التطور الزمني لدرجة الحرارة ودرجة حموضة المياه المعالجة خلال سنة المراقبة (2021)



الرسم البياني (V-1):التطور الزمني لدرجة حرارة المياه المعالجة خلال سنة المراقبة (2021)



الرسم البياني (V-2): التطور الزمني للأس الهيدروجيني للمياه المعالجة خلال سنة المراقبة (2021)

التفسير:

درجة الحرارة T: وفقا للجدول **(V - 3)** والرسم البياني **(V- 1)**، يبين لنا درجات الحرارة المراقبة لمحطتي المعالجة خلال فترتين (مدخل ومخرج المحطتين) اعتمادا على جودة المياه والمتمثلة فيما يلي:

بالنسبة للمياه الخام:

في محطة انقوسة :الفترة الأولى ما بين نوفمبر و أفريل تتميز بدرجات حرارة اقل من 25 °C والتي يمكن أن تصل الى

20.6 °C كحد أدنى، والفترة الثانية بين ماي وأكتوبر تتميز بدرجات حرارة أعلى من 26 °C، حيث بلغ المتوسط خلال سنة المراقبة 25.61°C.

أما في محطة تماسين : في الفترة الأولى ما بين أكتوبر و أفريل تتميز بدرجات حرارة اقل من 22.5 °C والتي يمكن أن تصل الى 11.22°C كحد أدنى، أما الفترة الثانية بين ماي وسبتمبر فتتميز بدرجات حرارة أعلى من 25 °C،ويبلغ متوسط القيمة خلال سنة المراقبة (2021) 21.90 °C .

بالنسبة للمياه المعالجة:

في محطة انقوسة : في الفترة الأولى ما بين نوفمبر ومارس درجات الحرارة اقل من 19 °C والتي يمكن أن تصل الى 18 °C كحد أدنى والفترة الثانية ما بين أفريل وأكتوبر تتميز بدرجات حرارة أعلى من 19 °C وتبلغ قيمة المتوسطة لدرجة حرارة المياه المعالجة 21.7 °C.

أما بالنسبة لمحطة تماسين: الفترة الأولى ما بين نوفمبر ومارس تتميز بدرجات حرارة أقل من 18°C، أما الفترة الثانية للمياه المعالجة هي ما بين أفريل وأكتوبر، وتتميز بدرجات حرارة أعلى من 20 °C بحيث أن القيمة المتوسطة لدرجة حرارة المياه المعالجة في المحطة هي 20.49 °C وتجدر الإشارة إلى أن درجات حرارة المياه المعالجة للمحطات أقل من المعايير التي تطلبها القوانين الجزائرية (30 °C ≥) و منظمة الصحة العالمية (30 °C).

ويلاحظ تغيرات طفيفة في درجات الحرارة التي تبدو انها تختلف وفقا للفصول وليس وفقا للمراحل المعالجة، ويبدو أن خطوات المعالجة المختلفة لا تؤثر على تغيرات درجات الحرارة .

كما يمكن ملاحظة أن قيم درجة الحرارة الموسمية لديها متوسط 25.61 °C عند مدخل محطة معالجة مياه الصرف الصحي (مياه الصرف الصحي الخام) ومتوسط قيمته 21.67 °C عند مخرج (مياه الصرف الصحي معالجة). وهذا بالنسبة لمحطة انقوسة وتم حساب الفرق في درجة الحرارة $\Delta T=3.94$ °C.

وبالمثل، فان قيم درجات حرارة الموسمية لمدخل محطة معالجة مياه الصرف الصحي لتماسين (مياه الصرف الصحي الخام) تظهر القيمة المتوسطة 21.91 °C ، وتصل القيمة المتوسطة لمخرج المحطة(مياه صرف الصحي المعالجة) 20.49 °C

(الجدول رقم **V - 3**)،مع وجود فرق $\Delta T=1.41$ °C ، وفقا لهذه القيم نلاحظ أن تطور درجات الحرارة يتشابه في طريقة المعالجة ومنه نستنتج أن العملية تتأثر بالمناخ أكثر من تأثرها بنوعية المياه وهذه النتيجة طبيعية لان الماء الموجود في الأحواض في مراحل المعالجة المختلفة للمحطتين في حالة راحة ولا يخضع بشدة لتفاعلات الخارجية أو الماصة للحرارة لذلك ينشا توازن طبيعي بين درجات الحرارة الماء الداخل ودرجات الحرارة الخارجية .

مجالات الاختلاف منخفض جدًا خلال نفس الموسم ، وذلك بسبب الحجم الكبير للمياه. هذه النتائج مشابهة للنتائج التي وجدها [32 - 33].

مراقبة الأس الهيدروجيني pH :

وفقا للجدول **(V - 3)** والرسم البياني **(V - 2)**، عند النقطتين (مدخل ومخرج محطة معالجة الصرف الصحي)، تبين أن هناك مرحلتين مميزتين للحموضة وان درجة الحموضة تختلف عكسيا في ظل ظروف التهوية الخارجية :

– بالنسبة لمحطة انقوسة:

حيث بلغت القيمة المتوسطة للأس الهيدروجيني عند نقطة اخذ العينة الأولى (مدخل المحطة) 7.84 أما عند نقطة اخذ العينة الثانية (مخرج المحطة) بلغت 8.02 .

– بالنسبة لمحطة تماسين:

بلغ الأس الهيدروجيني 7.69 عند مدخل المحطة (مياه الصرف الصحي الخام) وبلغت عند مخرج المحطة (مياه الصرف الصحي المعالجة)7.91، يتوافق هذا المجال التغير في الأس الهيدروجيني للمحطتين مع مجال النمو الأمثل للكائنات الدقيقة خلال عملية النترجة. **[33- 34 - 35]**

- أثناء النترجة يتم امتصاص الكربون في وقت واحد مع أكسدة مصادر الطاقة مما يؤدي الى نمو الكائنات الحية الدقيقة ويتم رفع تحميض البيئة أو الكائنات الحية الدقيقة بواسطة المركب $C_5H_7NO_2$ المسمى biomole حسب التفاعل في المعادلتين التاليتين (1 و 2):

$$15CO_2 + 13NH_4^+ \longrightarrow 10\,NO_2^- + 3\,C_5H_7NO_2 + 23H^+ + 4H_2O \quad (1)$$

$$5\,CO_2 + NH_4^+ + 10\,NO_2 + 2\,H_2O \longrightarrow 10NO_3^- + C_5H_7NO_2 + H^+ \quad (2)$$

في أحواض المعالجة وفي أحواض التخزين ، تساعد بيئة نقص الأكسجين في تطوير بكتيريا غيرية التغذية منزوعة النتروجين ، ويتم استعادة جزء من القلوية إلى البيئة وهناك تحييد أيونات H^+ بواسطة الأكسجين في نزع النتروجين ، والذي يأتي من مهويات السطح والطبيعة، الذي يعيد ضبط الأس الهيدروجيني إلى القيم الأولية ، ونتيجة لذلك ،يزداد الأس الهيدروجيني للوسط من 7.84 إلى 8.02 لمحطة انقوسة ومن 7.69 إلى 7.91 لمحطة تماسين(الجدول V-3). وهو ما يوضحه الرسم البياني (V-2). من المثير

للاهتمام أن نلاحظ أن مرحلة المعالجة اللاهوائية (مياه الصرف الصحي الخام) مصحوبة بانخفاض طفيف في الأس الهيدروجيني ، ويزيد الأس الهيدروجيني من التغير عند التقدم في مراحل المعالجة، تكون هذه الزيادة أكثر وضوحًا عند مخرج المحطة ،بحيث يبلغ متوسط قيمة الأس الهيدروجيني عند المدخل7.84 ومتوسط قيمته عند مخرج المحطة هو 8.02 لمحطة انقوسة ومحطة تماسين، الأس الهيدروجيني من المدخل إلى المخرج من متوسط قيمته7.69 إلى متوسط قيمته7.91.كما أن نشاط الكائنات الدقيقة الآزوتية حساس للغاية لدرجة الحموضة في الطبيعة ، ويمكن لهذه البكتيريا أن تنمو في مجال واسع من الأس الهيدروجيني من حوالي 5 إلى 8 تقريبا. **[36]** ومع ذلك ، فإن نموها الأمثل ونشاطها يكون عند قيم الأس الهيدروجيني بين 7.5 و 8.5. **[38-37]** هذه الزيادة مبررة بنزع النتروجين الذي يمكن تلخيصه من خلال التفاعلات الكيميائية المعطاة أدناه .على عكس النترجة ، لوحظ اختفاء أيونات H^+ ، والتي تقل بزيادة قيمة الأس الهيدروجيني من 7.84 إلى 8.02 بالنسبة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في انقوسة وزيادة قيمة الأس الهيدروجيني من 7.69 إلى 7.91 لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في تماسين. ويتم تلخيص هاتين الظاهرتين في التفاعلين 3 و 4 أدناه.

$$NO_3^- + 6H^+ + 5e^- \longrightarrow \frac{1}{2} N_2 + 3 H_2O \qquad (3)$$

$$NO_2^- + 4 H^+ + 3e^- \longrightarrow \frac{1}{2} N_2 + 2 H_2O \qquad (4)$$

لوحظ أن قيم الأس الهيدروجيني المقاسة خلال فترة دراستنا تختلف بالنسبة لمياه الصرف الصحي الخام بين 7.60 و 8.10 ، بمتوسط قيمة 7.84 (الجدولV-3)،أما بالنسبة لمياه الصرف الصحي المعالجة لوحظ أن قيم الأس الهيدروجيني تتراوح بين 7.75 و 8.27 (الرسم البياني (V-2) بمتوسط قيمته 8.02 لمحطة انقوسة، ومن اجل محطة تماسين، تختلف قيم الأس الهيدروجيني المقاسة لـ مياه الصرف الصحي الخام بين 7.52 و 7.90 (الجدولV-3) بمتوسط قيمته 7.69.

نلاحظ بالنسبة لمياه الصرف الصحي المعالجة، أن قيم الأس الهيدروجيني تتراوح بين 7.54 و 8.13 مع متوسط قيمته 8.02 الرسم البياني (V-2). تسمح لنا هذه القيم بتصنيف هذه المياه وفقًا ل. **[38]** حيث يتراوح الرقم الهيدروجيني بين 6.5 إلى 8.5:

- توضح قيم الأس الهيدروجيني لمياه الصرف الصحي الخام انها قيم مميزة لمياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية .
- توضح قيم الأس الهيدروجيني لمياه الصرف الصحي المعالجة انها قيم تلبي معايير التصريف وفقا لمعايير التصريف لمنظمة الصحة العالمية (OMS) ومنظمة الصحة الجزائرية بحيث يتراوح الرقم الهيدروجيني بين 6,9 الى9.
- في ضوء النتائج التي تم الحصول عليها فيما يتعلق بالعوامل الفيزيائية والبيئية نستنتج أن الظروف البيئية مواتية للغاية لنشاط البكتيريا الهوائية و اللاهوائية ،بحيث تقوم المحطتان بتطهير بئر الصرف الصحي وخاصة فيما يتعلق بالتخلص من المواد العضوية والملوثات والنيتروجينية.

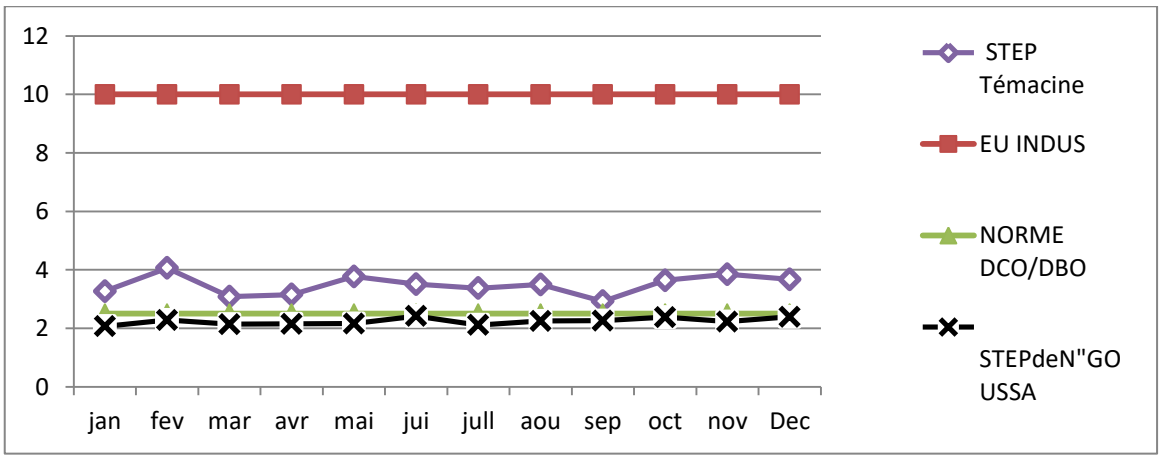
V-5-2- التطور الزمني للتلوث العضوي :

ترتبط هذه الدراسة بدراسة التطور الزمني لتركيزات الملوثات العضوية عند مخرج المحطتين والذي يمثله منحنى تطور المواد الصلبة العالقة MES، ومنحنى تطور الطلب الكيميائي للأكسجين DCO ومنحنى تطور الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5 دون الأخذ بعين الاعتبار التغيرات في الحجم (هطول الأمطار والتبخر) التي قد تكون حدثت .

ندرس قبل ذلك تطور التفكك الحيوي $K = \frac{DCO}{DBO5}$ لتقليل هذه الملوثات بفضل قيمها عند مداخل المحطتين .

التطور الزمني لقابلية التحلل الحيوي :

لدراسة هذه الخاصية، نرسم المنحنى البياني $\mathbf{K = \frac{DCO}{DBO5} = f(t)}$ ومقارنتها بالقيم المحددة لنوع المياه المستعملة المراد معالجتها وفقا لقانون **[31]**،باستخدام النتائج الموضحة في الجدولين (V-1) و(V-2) على التوالي (الرسم البياني V-3)



الرسم البياني(V- 3): التطور الزمني لقابلية التحلل الحيوي $K = \frac{DCO}{DBO5}$ خلال سنة المراقبة (2021)

التفسير :

حسب **[31]** تُحسب معاملات لتفكك الحيوي بواسطة نسبة DCO/ DBO_5 ، وتعتمد على طبيعة وأصل المياه المستعملة التي يمكن أن تكون منزلية أو صناعية ، وتتراوح نسبة DCO/ DBO_5 لمياه الصرف المنزلية الخام بشكل عام بين 1.25 و 2.5 وقد تكون أكثر من 10 للمياه الصناعية التي تتطلب معالجات مختلفة. يمكن ملاحظة أن مياه الصرف الصحي قابلة التفكك الحيوي، لمياه الصرف الصحي التي تدخل محطات المعالجة في انقوسة، وهي في المتوسط 2.28 حسب الرسم البياني (V-3)،كما يمكن ملاحظة أن مياه الصرف الصحي اقل قابلية لتفكك الحيوي لمياه الصرف الصحي التي تدخل محطات معالجة مياه الصرف الصحي تماسين بمتوسط 2.82 حسب الرسم البياني (V-3). تؤكد هذه النتيجة عدم وجود مخلفات صناعية موصولة بشبكة الصرف

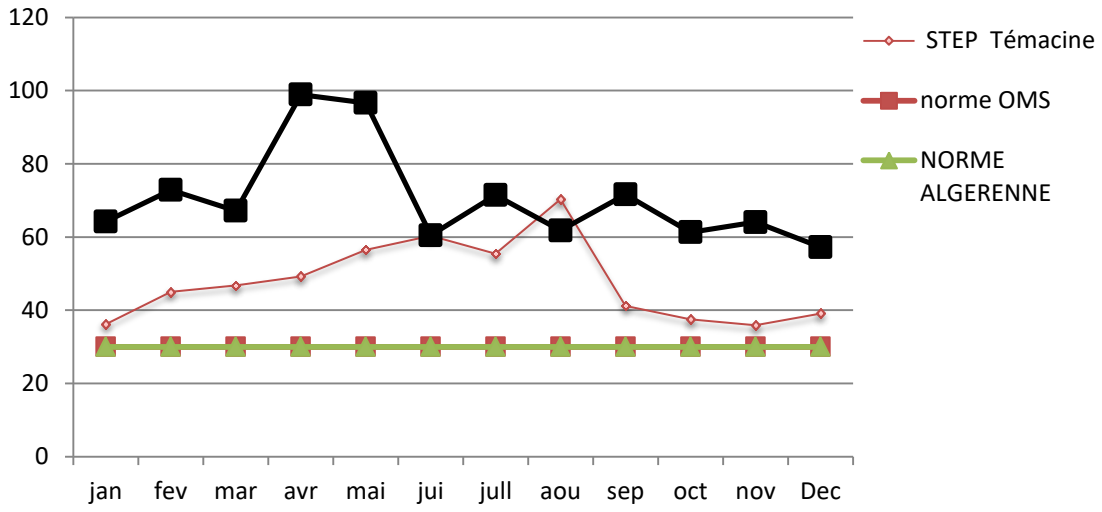
الصحي المنزلية. وقد أظهر التشخيص على الأرض أن المناطق الصناعية في مدينة انقوسة غير متصلة بشبكة الصرف الصحي الحضرية. على الرغم من أن النسبة المئوية لمدينة تماسين مرتفعة قليلاً بالنسبة لمياه الصرف المنزلية ، وفقا لحد **[31 ؛ 35]**،

نظرًا لوجود بعض الصناعات التقليدية وصناعة النسيج فقط.

النتائج التي تم الحصول عليها في الرسم البياني (V-3) مماثلة لتلك التي تم الوصول إليها في مياه الصرف الصحي في وجدة **[39- 40]** حيث النسبة أقل من 2.5. من ناحية أخرى تختلف مع تلك التي وجدها **[41]** في مراكش ، ومياه الصرف الصحي الخام من البلدية الحضرية للسكنية (إقليم القنيطرة) التي لاحظها **[42]**، حيث قدرت هذه النسبة ب3.4 بسبب تفريغ المنسوجات الموصولة بالشبكة.

V-5-2-1- التطور الزمني للمواد الصلبة العالقة (MES):

يعطي الرسم البياني (V-4) متوسطالقيم الشهرية لـ MES لمياه الصرف عند مخرج (مياه الصرف الصحي المعالجة) محطة المعالجة خلال سنة المراقبة(2021).



الرسم البياني (V- 4): التطور الزمني للمواد الصلبة العالقة (MES) للمياه المعالجة خلال سنة المراقبة (2021)

التفسير:

يوضح الرسم البياني (V- 4) أن مرور النفايات السائلة عبر مراحل التنقية لمحطة تنقية انقوسة يجعل من الممكن تقليل المواد الصلبة العالقة (MES) للنفايات السائلة المعالجة من 98.9 mg/l إلى متوسط قيمته 70.73mg/l . هذه النتائج أعلى من معايير

التصريف لمنظمة الصحة العالمية والجزائر (30 mg/l). يتغير تركيز (MES) لمياه الصرف الصحي الخام بين الحد الأدنى عند 133.35 mg/l والحد الأقصى عند 253.30 mg/l ومتوسط محتوى (MES)خلال عام المراقبة (2021) هو 185.10 mg/l (الجدولV-1 وV-2). هذه النتائج هي أقل من تلك التي وجدها **[43]** (813 mg/l) تقارب إلى حد ما تلك التي وجدها **[44]** وتلك التي تم التحصل عليها في مراكش (المغرب) (194 mg/l) بواسطة **[45]** وبواسطة **[46]**، (167 mg/l) وبواسطة **[47]** (224 mg/l). تتراوح التركيز عند المخرج بين 57.25 mg/l و 98.90 mg/l ومتوسط المحتوى 70.63 mg/l الرسم البياني (V- 4) هذه القيمة أعلى قليلاً من تركيز المعايير الجزائرية للتصريف (35 mg/l) **[48]** أعلى أيضًا من المعيار الموصى به من قبل منظمة الصحة العالمية 30 mg/l. ومع ذلك ،فمن المعروف أنه من الصعب الحصول على قيم منخفضة عن طريق عملية التنقية بالنباتات، خاصة إذا كانت أحواض المخرج هي موقع التمثيل الضوئي المكثف.

فيما يتعلق بمحطة تماسين، حسب (الجدولV-2)، يتراوح تركيز MES لمياه الصرف الصحي الخام بين الحد الأدنى عند 120mg/l والحد الأعلى عند 248.33 mg/l ومتوسط محتوى MES خلال عام المراقبة (2021) هو177.02 mg/l (الجدولV-1) وهذه النتائج أقل من تلك التي وجدها **[49]**، ويتراوح ذلك عند المخرج بين 35.9 mg/l و 70.3 mg/l. ومتوسط المحتوى هو 47.78 mg/l ويبين الرسم البياني (V-4) أن هذه القيمة أعلى قليلاً من تركيز المعايير الجزائرية للتصريف (35 mg/l الجريدة الرسمية رقم 93-160 بتاريخ 10 جويلية 2006) قيمة محددة ب 35 mg/l أعلى أيضًا من المعيار الموصى به من قبل منظمة الصحة العالمية 30 mg/l.

يمكن تفسير الزيادة والنقصان في المحتوى من حيث MES بسبب نشاط الطحالب من خلال وجود ظاهرة الانتشار الهائل للطحالب في مراحل مختلفة من العلاج البيولوجي **[50-51].**

إما في محطة انقوسة أو محطة تماسين، يبلغ متوسط الحمل الذي تم التخلص منه من المواد الصلبة العالقة خلال عام المراقبة (2021) في محطة انقوسة 114.8 mg/l ومتوسط الحمل الذي تم التخلص منه من المواد الصلبة العالقة خلال عام المراقبة في محطة تماسين هو129.24 mg/l. قد تكون هذه الانخفاضات بسبب ترسب الجسيمات المتكتلة على طول قناة المياه المفتوحة.

تتراوح كفاءة تنقية المحطة MES في محطة انقوسة بين قيمة قصوى تبلغ 77.95٪ وقيمة دنيا تبلغ 44.41٪ و متوسط انخفاض MES خلال سنة المتابعة هو 61.84٪ حسب الجدول (V- 1) هذه النتيجة أقل من تلك التي توصل إليها **[52]** في مدينة وجدة (شرق المغرب). يتجاوز الحد الذي تم تكييفه من قبل المصمم 60٪ وتتراوح كفاءة تنقية المحطة MES لمحطة تماسين بين قيمة قصوى تبلغ 98.83٪ وقيمة دنيا تبلغ 63.31٪. ومتوسط يبلغ 73٪. هذه النتيجة مماثلة لتلك التي وجدها **[53]** في منطقة الشاوية ورديغة في المغرب. على الرغم من أن هذه القيم أعلى من معايير التصريف المنصوص عليها في التوجيه المجتمعي: معايير صارمة محدودة (35 mg/l) ومعايير منظمة الصحة العالمية المطبقة في الجزائر (30 mg/l). تظهر هذه النتائج أنه على الرغم من أن تركيز المواد العالقة MES، بقي مرتفعا قليلا، إلا أن التخلص منه فعال وذو أداء جيد.

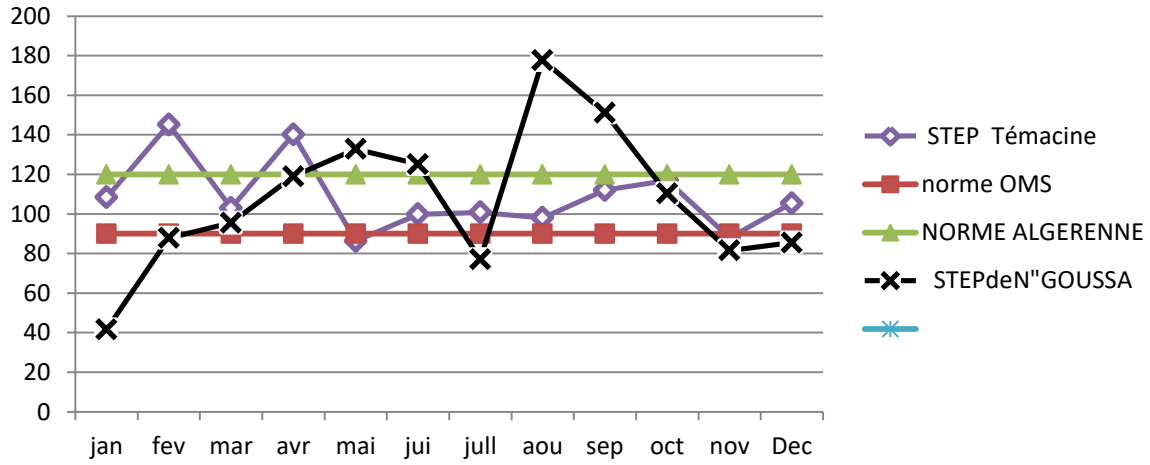
وتمثل المواد الصلبة العالقة نسبة كبيرة من التلوث الكربوني. وبالتالي، فان تقليلها يساهم في تحقيق توازن بيئي نقي **وفقا ل .**

[56-55-54] لان النظرية المقبولة هي أن الطحالب والنباتات المائية حواجز مادية تحول دون نقل المواد الصلبة العالقة (MES)الى مخرج الخزانات وبالتالي تسهم في ترسيبها وهضمها في الرواسب .

في النهاية ، يمكننا أن نحكم على أن كفاءة تطهير مياه الصرف الصحي المنزلية عن طريق التنقية النباتية لمدينة تماسين 73٪ أفضل قليلاً من كفاءة تطهير محطة تنقية نباتية 61.42٪ من مدينة انقوسة .

V-5-2-2- التطور الزمني للطلب الكيميائي على الأكسجين DCO:

يعطي الرسم البياني (V- 5) القيم المتوسطة الشهرية لـ DCO لمياه الصرف عند مخرج محطتي التنقية خلال سنة المراقبة (2021).



الرسم البياني (V- 5): التطور الزمني للطلب الكيميائي للأكسجين DCO على المياه المعالجة خلال سنة المراقبة (2021)

التفسير:

يمثل الرسم البياني (V- 5) تطور الملوث DCO للمياه المعالجة لمحطتي (انقوسة وتماسين) كدالة زمنية.

حيث نلاحظ انخفاضًا كبيرًا في نسبة DCO لمحطة انقوسة أثناء معالجة النفايات السائلة في مراحل STEP. وقد تم تخفيض المحتوى من متوسط قيمة 335.5 mg/ l للمياه الخام (الجدول V- 1) إلى متوسط قيمة 107 mg/ l للمياه المعالجة ، هذه القيمة اقل من القيمة المحددة بموجب المرسوم الجزائري للتصريف (رقم 1). 93-160) بتاريخ 10 جويلية 2006:120 mg/l) **[48]** الرسم البياني (V- 5) وأعلى من القيمة الثابتة القياسية من قبل منظمة الصحة العالميةl /90 mg.

قيم تركيزDCO المسجلة عند مدخل محطة انقوسة ومحطة تماسين هي في حدود 180.4 mg/ l (الجدول V- 1 و V - 2) و

145.5 mg/ l كقيم عالية، على التوالي وهي أقل من تلك الموجودة في صنعاء (اليمن) (1888mg/l) **[43]** ومراكش (المغرب) (2983 mg/l). **[57]** من ناحية أخرى، فهي تقارب نصف تلك التي تم الحصول عليها في ورزازات**[58]**، والقنيطرة (المغرب) (501mg/l)**[35]**، وفي سوق عرب الغرب (المغرب).**[44]**

على ضوء النتائج التي تم الحصول عليها في الرسم البياني (V- 5) ، تختلف قيم تركيز DCO للمياه المعالجة في محطة انقوسة بين حد أقصى قدره177.7 mg/l و 41.64mg/l كحد أدنى، هذه القيم أقل بكثير التي تم الحصول عليها في صنعاء (اليمن)

(625 mg/ l) **[43]**، و تشبه إلى حد ما تلك التي تم الحصول عليها في سوق العرب للغرب (المغرب) (105mg/l **[47]** وفي ورزازات (142mg/l). **[58]**

من ناحية أخرى ، تتراوح قيم تراكيز المياه المعالجة من محطة انقوسة بين الحد الأقصى77.11 mg/ l و الحد الأدنى

l41.64 mg/ l ، الرسم البياني (5-5) بمتوسط 107 mg/ l، هذه القيم تبين لنا أن التخفيض الجيد للأحواض النباتية فيما يتعلق بتلوث الكربون هو 68.10٪ هذه القيمة مماثلة لتلك التي تم الحصول عليها في مدينة وجدة (شرق المغرب) ، ولا تتجاوز التخفيض الذي تم تعديله من قبل مصمم 75٪. يمكن تفسير هذا التباطؤ في القضاء على DCO من خلال حقيقة أن الأجزاء القابلة للتحلل والمذابة بدرجة عالية تصبح مهمة أثناء عملية التنقية. في الرسم البياني (V- 5) ، لا تتجاوز التغيرات في تراكيز DCO عند مخرج محطة انقوسة والمدخل معيار توجيه المجتمعات الأوروبية (2012): المعيار الأقصى المحدود (125 mg/ l) والمعيار المطبق في الجزائر (90 mg/ l) معايير التفريغ الخاصة بمنظمة الصحة العالمية.

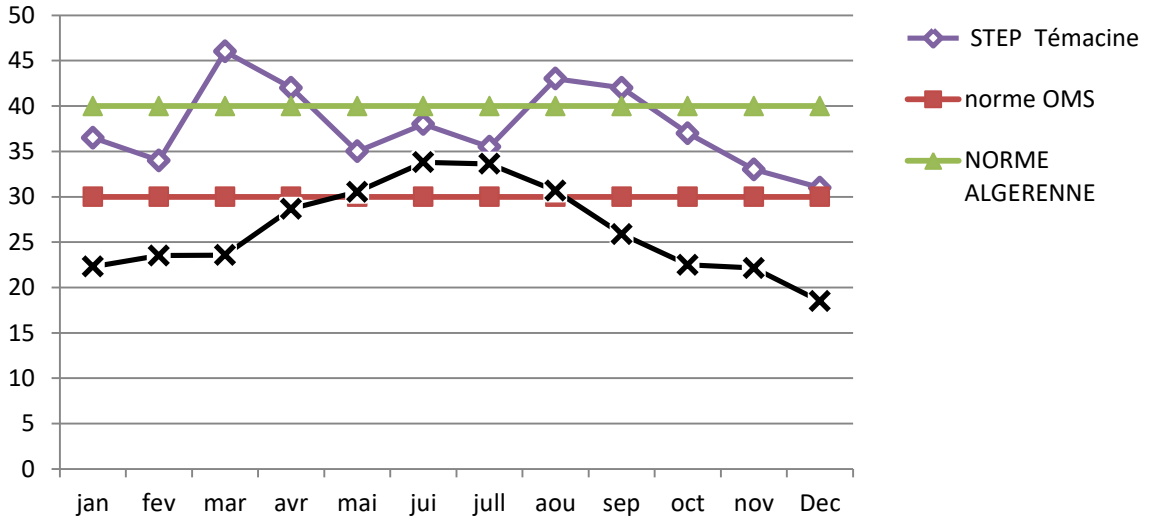
وبالمثل ، تختلف تراكيز DCO في المياه الخارجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي تماسين بين حد أقصى يبلغ

145.2 mg/ l و86.3 mg/ l كحد أدنى. الرسم البياني (V- 5) بمتوسط 108.6 mg/ l الجدول (V- 2) ، توضح لنا هذه القيم التخفيض الجيد لأحواض النباتات الكبيرة الطبيعية فيما يتعلق بتلوث الكربون هو 70.27٪ كمتوسط محصول ، هذه القيمة أقل من تلك الموجودة في محطة سطات (المغرب) 88٪ . **[53]**

على الرغم من أن مردود المحطتين فيما يتعلق بطلب الكيميائي للأكسجين DCO قريبة جدًا ، يمكن القول أن محصول التنقية مقبول جدًا لكليهما.

V-5-2-3 - التطور الزمني للطلب البيوكيميائي على الأكسجين DBO_5:

الرسم البياني (V- 6) يعطي القيم المتوسطة الشهرية لـ DBO_5 لمياه الصرف عند مخرج محطتي التنقية خلال سنة المراقبة (2021)



الرسم البياني (V- 6): التطور الزمني للطلب البيوكيميائي على الأكسجين DBO_5 للمياه المعالجة خلال سنة المراقبة (2021)

التفسير:

يوضح الجدولان (V- 1) و(V- 2) متوسط تركيزات DBO_5، تظهران انخفاضًا متزايدا كلما تقدمنا في مراحل العلاج. وبالنسبة لتركيزاتDBO_5، فان جميع خطوات المعالجة تؤثر عليها .من الممكن إجراء تخفيضات كبيرة بين نقطتي أخذ العينات. (الدخول والخروج) لكلا المحطتين.

بالنسبة لمحطة انقوسة (الجدولV - 1) :تحصلنا على تركيزات DBO_5 عند المدخل تتراوح بين 124.9 mg/ l و180.4 mg/ l ،أما بالنسبة لمحطة تماسين، تتراوح المياه الواردة بين 119 mg/ l و145.5 mg/ l (الجدول V- 2) هذه القيم أقل من تلك الموجودة في وجدة (المغرب) (511 mg/ l). **[52]** وفي محطة أمير (الجزائر) 467.27 mg/ l **[59]**، وتتراوح القيم المتوسطة عند المخرج بين 18.50 mg/ l و33.80 mg/ l بمتوسط 26.30 mg/ l من محطة انقوسة الموضحة في الرسم البياني (V- 5)، ومحطة تماسين تتراوح بين 33 mg/l و46 mg/ l في الرسم البياني (V- 6). تكون هذه النتائج بشكل عام ضمن معايير التصريف المباشر في البيئة المستقبلة إما في ضوء التوصية الجزائرية بـ35 mg/ l (المرسوم رقم 93-160) أو بالنظر الى منظمة الصحة العالمية

30 mg/ l. ان هذه القيم في المخرج تنبئنا بالتخفيف الجيد للأحواض المزروعة فيما يتعلق بتلوث الكربون والتي يمكن أن تصل قيمها إلى 80٪. من ناحية أخرى ، فإن هذه القيم المسجلة أقل من 35 mg/l (المعيار الجزائري(المرسوم التنفيذي رقم 93-160- 10 جويلية 2006)

تجاوز ناتج المعالجة الملحوظ 70٪ من حيث DBO_5 لجميع محطات المعالجة. وتقارب الكفاءة في كلا المحطتين. ويكون محصول التنقية من حيث DBO_5 أعلى لمحطة انقوسة 81.91٪. هذه النتائج قابلة للمقارنة مع النتائج التي لاحظها[60]

الذين لاحظوا انخفاضًا في DBO_5 يتراوح بين 73 و 85٪ في دول البحر الأبيض المتوسط ، وكذلك [61]،تصل إلى 85٪ في مناخ الساحل. وهي أقل من كفاءة التنقية التي لاحظها [62]. في اليونان، حيث تجاوز المحصول90٪. في كتابه "دليل تصميم أحواض تثبيت النفايات في دول البحر الأبيض المتوسط"[60]. ذكرت أن المحاصيل التي لوحظت في محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تعد جزءًا من نفس منطقتي تماسين انقوسة تبلغ على التوالي حوالي 70.91٪ و 81.91٪. هذه القيمة هي حوالي 80٪ تخفيض تم تكييفها من قبل المصمم.

في النهاية ، يمكننا أن نحكم على أن محطة انقوسة أكثر كفاءة من محطة تماسين في تقليل الملوثات ، الطلب البيولوجي على الأكسجين (DBO_5).

الخلاصة العامة

الاستنتاج

يوضح معامل التفكك الحيوي للنفايات السائلة أن مياه المحطات هي مياه منزلية بحتة وملائمة للمعالجة بواسطة النباتات. أداء التنقية في مناخ شبه جاف من نظام البحيرات مع مستويين أو ثلاثة مستويات من الأحواض جيد للتلوث العضوي بعائد يتجاوز 70٪ لجميع محطات معالجة مياه الصرف الصحي في (انقوسة وتماسين). و يمكن أن نرى بشكل عام أن عملية التنقية بواسطة النباتات تتكيف جيدًا مع سياق منطقة الدراسة، ويمكن التوصية بها للمراكز الحضرية و الريفية الأخرى المماثلة. قنوات التنقية هذه قادرة على إنتاج نوعية جيدة من التصريف ، غير انه يلزم إجراء اختبارات إضافية على القولونيات البرازية وبيض الديدان الطفيلية لتقييم مدى امتثال المياه النقية لمعايير إعادة الاستخدام **[63]**. بشكل عام ، تعتبر محطات المعالجة في مدينتي انقوسة و تماسين ذات كفاءة عالية مع تركيزات منخفضة جدًا من النفايات السائلة عند المخرج والحد من العضوية يتجاوز 70.61٪ لمحطة انقوسة و 71.38٪ لمحطة تماسين. بالإضافة إلى ذلك ، تجدر الإشارة إلى أن نظام التنقية بواسطة لنباتات أظهر نتائج جيدة جيدًا لهذه الأنواع من المعالجة لمجموعة واسعة من التجمعات السكانية المتغيرة.

[1] العابد ابراهيم، مذكرة دكتوراه، جامعة ورقلة ،2015,ص 1، 3، 12، 13

[2]-Giger, W. 1996 : Substances-traces dans l'environnement : de l'analyse environnementale aux études pratiques de chimiodynamique. EAWAG news 40f, pp: 3-7.

[3]-https://mawdoo3.com 18:01:30-2022/02/03

[4].-Kepperud , G. : Rorvik, L., M. et al. 1995. Outbreak of Shigella sonnei infection traed to imported iceberg lettuce. J. Clin Microbiol. 33: pp; 609-614.

[5]-Prescott ; Harley and al. 2003 : Microbiologie . De Boeck and Larcier s.a ISBN 2-8041-1591-7. pp : 842.

[6]-Rompré, A; Servais, P and al. 2002 : Detection and enumeration of coliforms in drinking water ; Current methods and emerging approaches.J. Microbiol. Methods pp ;49-31-54.

[7]–WHO 2002 Bod Removel in Floating Aquatic Macrophyte-Based Wasterwater Treatment Systems." Water Sci Technol 19(12) pp : 273-279.

[8] - Garcia-Armisen, T ; Servais, p 2004 : Enumeration of viable E. Coli in rivers and wastewaters by fluorescent in situ hybridation. J. Microbiol. Methods. 24 pp : 36-35-34

[9] -Vilialobo, E.; Torres, A. 1998. PCR for detection of Shigella spp. In mayonnaise. Appl. Environ. Microbiol. 64: pp; 12- 42- 45.

[10] -Peng, X., Luo, and al 2000. Rapid detection of Shigella species in environnemental Sewage by in immuncapture PCR with universal primers. Journal of applied Microbiology 2580-2583. ; pp-68-68

[11] -Satin, M.; Selmi, B. 1995 : Guide technique de l'assainissement : Evacuation des eaux usées et pluviales, conception et composants des réseaux, épuration des eaux et protection de l'environnement, exploitation et gestion des systèmes d'assainissement. ISBN 2-281-1152-0, Edition Le Moniteur, Paris, pp ; 75-86.

[12] -Park, K., Y. : Inamori, Y et al. 2000. Emission and control of nitrous oxide from a biological waterwater treatment system with intermittent aeration. J. Biosci . Bioeng. 90: pp 247-252.

[13] -Mocrohoshi, T., Tamashita, T. and al. 2003. A method for sceening polyphosphate-accumulation mutants which remove phosphate efficiently from synthetic wastewater. J. Biosci. Bioeng. 95: pp: 637-640.

[14] - Jorgersen,S,K ;Pauli , S-L. 1995. Polyphosphate accumulation among denitrifify nig bacteriq inactvated sludge.Anaerobe. 1: pp; 161-168.

[15] -Kortstee, J.J. G. : Appeldoorn, J. et al. 1994 : Biology of polyphosphate-accumulating bacteria involved in enhanced bilogical phosphorus removal. FEMS Microbiology Reviews. 15: pp; 137-152.

[16] -Ayaz, S. : Akca, L. 2001 :Treatement of Wasterwater y natural sustems. Environnement international.26: pp ; 189-195.

[17] -Koné, D. 2002. Epuration des usées par lagunage à microphytes et à macrophytes en Afrique de l'Ouest et de centre : Etat des lieux performances épuration et critères de dimensionnement. Thèse N°2653. Lausanne. EPFL. pp : 17-30-31.

[18] -Gaye, M. : Niang, S. 2002 : Epuration extensive des eaux usées pour leur reutilisation dans l'agriculture urbaine : des technologies appropriées en zone sahélienne pour la lutte contre la pauvreté. Etudes et recherches 225-226-227, ENDA. Dakar .pp : 17-19-20-213-214-216-223.

[19] -Niang, S. 1999. Utilisation des eaux usées brutes dans l'agriculture urbaine au Sénégal. Bilan et perspectives. In agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest. Une contribution à la sécurité alimentaire et à l'assainissement des villes. Ed. O. Smith, CRDI/CTA, pp ; 104-125.

[20] -Cluzel F (1993), diagnostic compare de système d'assainissement autonomes. Application aux systèmes semi-collectifs, DDASS de Loire-Atlantique, École Nationale de la sante publique, Rennes pp :80-82-83

[21] -Brix, H.1997 : Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands ? Water science and technology. Pp; 35, 11-17.

[22] -Scholz, M. ; Hohn, P and al. 2002. Mature experimental constructed welands treating urban water receiving high metal moads. Biotechnol. Prog. 18: pp; 57-64.

[23] -Boon A.G. (1985), Report of a visit by members and staff of WRc to Germany to investigate the root zone method for treatment of wastewaters. WRc Report 376-S/I ,

Stevenage, UK. Pp; 104-105

[24] -Brix, H. (I 987), Treatment of wastewater in the rhizosphére of wetland plants - the roots-zone method, Wat. Sci. Tech. 19, pp; 107- 118

[25] -Kadlec, R.H. Knight R.L.,Vymazal J., Brix H., Cooper P., Haber! R. (2000) Constructed Wetlands for Pollution Control. Processes, Performance, Design and Operation. IWA Publishing. Scientific and Technical Report N°8. Pp; 96-97-98-99

[26] -Reddy, K. R. (1984 b) :" Water Hyacinth (Eichhornia-Crassipes) Biomass Production in Florida." Biomass 6(1-2) : pp; 167-181.

[27] -Vyamazal.J. et al (1998), constructed wastewater treatment in Europe; Backhuys Publisher, Leiden.76: pp; 16-17-18

[28] -Cooper P (1996), Reed beds & Constructed Wetlands for wastewater treament. S.T.VV.VVRC, Ed. Pp; 51-52-53-54

[29] -Marsteiner (1996), The influence of macrophytes on subsurface flow . wetland hydraulics, 5' International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Vienna.

[30] - Kumar, P. and Garde R.J. (1989). : " Potentials of water hyacinth for sewage treatment. " Journal Water Pollution Control Federation : 1702-1706.pp; 61-11-12

[31] Metcalf Et Eddy, Inc (2003). Wastewater engineering: Treatment and Reuse. 4ème Edition Mc Graw-Hill New York

[32] Hammadi . B, Bebba . A and Gherraf . N (2016) . Degradation of organic pollution aerated lagoons. In an arid climate: the case the treatment plant Ouargla (Algeria). Acta Ecologica Sinica 36 pp 275–279

[33] Atia1. D , Bebba1. A , Haddad. L and Zobeidi1 .M (2018) . ELIMINATION OF ORGANIC POLLUTANTS FROM URBAN WASTEWATER BY ILLITEKAOLINITE LOCAL CLAY FROM SOUTH-EAST OF ALGERIA. Ciència e Tècnica Vitivinicola . vol 33 pp 17-28

[34]. Rittmann B.E et Manem J.A, (1992). Developpement and experimental evaluation of a steadystate, multispecies biofilm model. Biotechnol. Bioeng, N 39, p 14–22.

[35] Khadraoui, 2006 **aux et sols en Algérie *Gestion et impact sur l'environnement*** Dépôt légal : 479-2006- ISBN : 9947-7-0-1193-3

[36]**.** *Furumai H, (1992). Advanced modeling of mixed populations of heterotrophs and nitrifiers considering the formation and exchange of soluble microbial products. Water Sci. Technol, N 26, p 493–502.*

[37]**.** *Okabe S ; Oozawa Y ; Hirata K ; Watanabe Y, (1996). Relationship between population dynamics of nitrifiers in biofilms and reactor performance at various C:N ratios. Water Res, N 30, p 63–72.*

[38] décret N° 06-141) (Journal 0fficiel de la République Algérienne ,1993)

[39] Aboueloufa M., Traitement et réutilisation des eaux usées en agriculture au Maroc Oriental (Oujda): Etude physico-chimique, agronomique et sanitaire. Thèse de Doctorat. Fac. Sci. Oujda. 141p (2002).

[40] Aboueloufa M., El Halouani H., Kharboua M., Berrichi A. 2002. Caractérisation physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda : Canal

principal et Oued Bounaîm. Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc), 22 (3) (2002) 143-150.

[41] Gebrati L. Et Nejmedine A. Traitement photocatalytique et biodégradabilité des effluents textiles de la ville de Marrakech. (330-334 p). Actes du Colloque International sur l'eau dans le bassin Méditerranéen: Ressources et Développement Durable. Monastir (Tunisie), 1(2002). 80-85

[42] El Guamri Y. et D. BELGHYTI, Etude de la qualité physicochimique des eaux usées brutes de la commune urbaine de Saknia, rejetées dans le lac Fouarat (Kénitra, Maroc), Journal Africain des Sciences de l'Environnement, (décembre 2006), Numéro 1, 53-60

[43] Raweh S., Belghyti D., Al Zaemey A., El Guamri Y. et El Kharrim K., 2011. Qualité physico-chimique des eaux usées de la station d'épuration de la ville de S'Anaa (Yemen), International Journal of Biological and Chemical Sciences, Vol 5, N° 1.

[44] Oulkheir S., 2002. Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des eaux usées de la ville de Kenitra. Mémoire de 3ème cycle. Faculté des Sciences, Kenitra, 79p.

[45] M.Abissy et, L.Mandi; (1994) Approche expérimentale de potentialités épuratrices du réseau commun (Phragmites communis) sous climat aride. Actes Quatrième Conférence Internationale des Limnologues d.Expression Française. Marrakech, 25-28 Avril. Tome II).

[46], L.Bouarab, N.Ouazzani, B.Oudra, J.Darley, B.Picot et, J.Bontoux; (1994). Evolution des formes d.azote dans la station expérimentale de lagunage naturel de Marrakech. Actes Quatrième Conférence Internationale des Limnologues d.Expression Française. Marrakech, 25-28 Avril. Tome II, (1994).

[47] A.Kbibch, D.Belghyti, K.Elkharim, El Khokh Khalid; (2011). Analyse de la pollution de l.oued Mda par les eaux usées domestiques de la ville de Souk Elarba du Gharba. Maroc. Science Lib. EditionsMersenne : Février, 110203,

[48] **décrit n°93-160 du 10 Juillet 2006) valeur limité**

[49] **Hammadi. B et al (2019**) Performance assessment of nitrogen pollution purification by phytodepuration: case of Temacine pilot station (Algeria) International Journal of Environmental Science and Technology, https://doi.org/10.1007/s13762-019-02268-9

[50]Shelef (G.), Oron (G.) & Moraine (R.). (1977) . Combined systems for algal wastewater treatment and reclamation and protein production, Environmental Engineering Research Center, Technion, Haifa.

[51] Shelef (G.), Azov (Y.), Moraine (R.) & Oron (G.). (1980). Algal mass production as an integral part of a wastewater treatment and reclamation systems. *In :* Shelef G. & Soeder C.J. (eds), *Algae Biomass,* Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam : 163-89

[52] RASSAM1 A. et CHAOUCH1. A, BOURKHISS .B et BOURKHISS M, Performances de la dégradation de la matière organique par lagunage aéré dans la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Oujda (Maroc oriental), Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 81 2012, p. 121 - 125

[53] Mohammed BOUTAYEB, Abdelhamid BOUZIDI& Mohammed FEKHAOUI (2012) . Etude de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes de cinq villes de la région de la Chaouia – Ouardigha (Maroc *Bulletin de l'Institut Scientifique,* Rabat, section Sciences de la Vie, n° 34 (2), p. 145-150.,

[54] Wolverton, B. C., Barlow, R. M. and McDonald, R. C. (1975). "Application of Vascular Aquatic Plants For Pollution Removal, Energy and Food Production in a Biological System." National Aeronautics and Space Administration, *Washington. TM X* 72726

[55] Wolverton, B. C. and McDonald, R. C. (1979a). "Upgrading facultative lagoons with vascular aquatic plants." *J. Wat. Pollut. Contr. Fed.* 51(2): 305-313.

[56] Kim, Y. and Kim, W. J. (2000). "Roles of water hyacinths and their roots for reducing algal concentration in the effluent from waste stabilization ponds." *Water Research. [print] September* 34(13): 3285-3294.

[57] Gerbati L. et Nejmedine A., 2002. Traitement photocatalytique et biodégradabilité des effluents textiles de la ville de Marrakech. (330-334p). Actes Colloque International sur l'eau dans le bassin Méditerranéen : Ressources et Développement Durable. Monastir (Tunisie), (80-85)

[58] El Hamouri B., Mekrane M., Khallaayoune K., Merzouki M. et El Maroufy M., 1993, *Performances de stabilisation de la station de Ouarzazate*. Actes du séminaire : la recherche nationale dans le domaine Eau et Environnement, LPEE – Casablanca (18-19)

[59] M. CHACHOUA et A. SEDDINI 2013 Étude de la qualité des eaux épurées par le lagunage naturel en Algérie Afrique SCIENCE Volume 9 N°3 2013

[60] MARA D. and PEARSON H. W. (1998), Design Manual for Waste stabilization ponds in mediterranean countries. Lagoon Technology International Leeds, England. First published

in 1998 by Lagoon Technology International Ltd., Newton House, Newton Road, Leeds LS7 4DN, England

[61] MAIGA. A H, Y. KONATE, J.WETHE, K. DENYIGBA, DZOUNGRANA (2007). Epuration des eaux usées domestiques par lagunage : performance d'une filière à trois bassins à microphytes en série étudié à Ouagadougou, laboratoire de contrôle des pollutions et des procédés de traitement des eaux, LCP-Eau,

[62] PAPADOPOULOS A., G. PARISSOPOULOS, F. PAPADOPOULOS, A. KARTERIS (2001) variation of COD/BOD5 ratio at different units of a wastewater stabilisation pond pilote treatment facility, 7th International Conference on Environmental Science and Technology Ermoupolis, Syros island, Greece

[63]**.** Arrêté n° 1276-01 du 17 octobre 2002, portant fixation des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation.

Résumé

Les problèmes biologiques sont très fréquents et compliqués, ils limitent la fiabilité et les performances des stations d'épuration, donc il est difficile de contrôler l'assurance de leur bon fonctionnement .Afin de pallier ce problème, l'Algérie a mis en place environ 145 stations d'épuration des eaux usées de différentes procédées. Ces stations ont-elles la même capacité de traitement eaux usées ? Afin de répondre à cette question, nous avons choisi deux stations qui fonctionnent de deux procédées différentes, la station de lagunage naturel de Ghardaïa et la station de lagunage aérée de Ouargla, situées dans la même zone afin de répondre aux mêmes conditions environnementales.

Notre objectif dans cette étude est de mener une étude comparative sur une période de temps d'une année complète (2021) entre les deux stations, comparant le rendement d'élimination des polluants organiques représentés par les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO_5).

Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants des matières en suspension (MES). Et la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO_5) sont respectivement par le tableau comparatif suivant.

	rendements épuratoires %		
	(MES)	(DCO)	(DBO5)
Station de N'goussa	61,84	68,10	81,91
Station de Témacin	73	70,24	70,91

Notre étude montre que les STEP de N'GOUSSA et Témacine ont des bons fonctionnements mais elles rencontrent certains problèmes liés à une mauvaise exploitation.

Afin d'augmenter l'efficacité de la désinfection pour les deux stations, les facteurs suivants doivent être améliorés

Pour la station de Témacine , elle doit être relevée le temps de séjourdans les bassins

Quant à la station deN'goussa , les bassins doivent être renforcés avec une ventilation artificielle

Mot clé: Eaux usées, rendement,N'goussa, Performance, Témacine, traitement, pollution

الملخص:

المشاكل البيولوجية شائعة ومعقدة جدا ، فهي تقلل من موثوقية واداء محطات المعالجة ،لذلك من الصعب مراقبة ضمان تشغيلها بشكل صحيح . ولتغلب على هذه المشكلة انشات الجزائر حوالي 145 محطة لمعاالجة المياه المستعملة تعمل بطرق مختلفة .هل لهذه المحطات نفس القدرة على تنقية مياه الصرف الصحي ؟ وللاجابة على هذا السؤال ، اخترنا محطتين تعملان بالنباتات بطريقتين مختلفتين (محطة تماسين محطة انقوسة) الواقعتين في نفس المنطقة لتوفرنفس الظروف البيئية

هدفنا من هذه الدراسة هو اجراء مقارنة على مدار السنة(2021) بين المحطتين ، من حيث الكفاءة في ازالة الملوثات العضوية والتي تتمثل في المواد الصلبة العالقة (MES)، والطلب الكيميائي للاكسجين (DCO)، والطلب البيوكيميائي للاكسجين (DBO_5).

ويظهر الجدول التالي مردود التنقية لكل من المواد العالقة الصلبة والطلب البيو كيميائي للاكسجبن والطلب الكيميائي للاكسجين لكلتا المحطتين .

	مردود التنقية٪		
	(MES)	(DCO)	(DBO_5)
محطة انقوسة	61,84	68,10	81,91
محطة تماسين	73	70,24	70,91

وتبن من خلال دراستنا المقارنة ان كل من محطتي انقوسة وتماسين يعملان بشكل جيد لكن يوجهان بعض المشاكل بسبب سوء الاستغلال.

ومن اجل زيادة كفاءة التطهير في كلتا المحطتين يلزم تحسين بعض العوامل التالية :

بالنسبة لمحطة تماسين يجب تسجيل مدة البقاء في الاحواض

اما محطة انقوسة فيجب تعزيز الاحواض بالتهوئة الاصطناعية

الكلمات المفتاحية : المياه المستعملة ،المردود، انقوسة ،تماسين ،اداء ،معالجة ،التلوث

معايير التفريغ لمنظمة العالمية لصحة O.M.S والجزائر(in lajel 2006)

المعاملات	معايير منظمة O.M.S	المعايير الجزائرية
T (°C)	25-30	30
PH	9-6,9	8,5 - 5,5
DBO_5(mg/l)	30	40
DCO(mg/l)	90	120
MES(mg/l)	30	30

الملحق2:

القيم الحدية لبارامترات التفريغ في بيئة الاستقبال الجريدة الرسمية المجمهورية الجزائرية 1993

المعاملات	الوحدة	
T	(°C)	30
PH	(mg/l)	8,5 - 6,5
DBO5	(mg/l)	35
DCO	(mg/l)	120
MES	(mg/l)	35

Photo 09 : Oxymètre

Photo 08: pH mètre

Photo N°10:
Étuve (MEMMERT, UNB)

Photo N°11: Balance de précision

Photo N°12:
DBO-métre

Photo N°13: Conductimètre

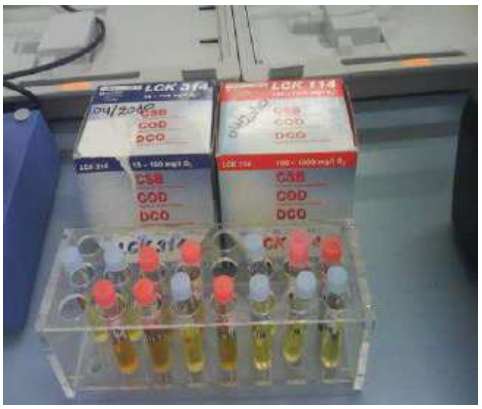


Photo N°15: Réactif

Photo N°16: Spectrophotomètre (DR2800)

Photo N°14: Réacteur (HACH, LANGE)