

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -

X•⊙V•εX •κIε Γ:κ:|∧ :|∧•Σ - X:⊙εO:t -



جامعة البويرة

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محمد أولحاج
- البويرة -

Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées

كلية العلوم والعلوم التطبيقية

DEPARTEMENT DE CHIMIE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master

En CHIMIE

Spécialité : Chimie durable et environnement

Par: **Mr. HAROUN Moussa**

Mr. SAIDI Sidali

Sujet :

***Etude de l'efficacité d'une membrane tubulaire
à base d'argile d'AOMAR vis-à-vis du traitement
des effluents laitiers***

Soutenu publiquement le 28/09/2016.

Devant le jury composé de :

Mr. M. HALOUANE	MAA, Université de Bouira	Président
Mr. K. SBARGOUD	Docteur, Université de Bouira	Examineur
Mr. R. KAOUA	Docteur, Université de Bouira	Examineur
Mr. A. BESTANI	MAA, Université de Bouira	Promoteur
M^{me}. L. HAMOUDI	Doctorante, USTHB	Co-promotrice

REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué au laboratoire de procédés pour matériaux, énergie, eaux, environnement (LPM3E) de la faculté des sciences et des sciences appliquées de l'université de Bouira sous la direction de Monsieur **BESTANI**.

Nous remercions tout d'abord Monsieur **BENABBAS Abderrahim**, Professeur à l'UAMOB, de nous avoir accueillis au sein de son laboratoire.

Nos remerciements s'adressent tout particulièrement à Monsieur **BESTANI Amar**, Maître Assistant classe 'A' à l'UAMOB, d'avoir accepté de nous encadrer, pour avoir inspiré et de suivi avec intérêt ce travail. Qu'il trouve ici, l'expression de notre gratitude pour nous avoir fait confiance de mener à terme cette recherche. C'est grâce à lui que nous avons pu découvrir le monde de la recherche et vivre cette expérience très riche sur le plan scientifique et humain. Nous sommes très reconnaissants de sa disponibilité, son aide et à sa méthode attentive et à ses qualités qui nous ont été d'un grand soutien moral.

Nos remerciements s'adressent aussi à Madame **HAMOUDI Leyla** épouse **BESTANI**, d'avoir acceptée d'être Co-promotrice, pour avoir inspiré et suivi tous les jours avec intérêt ce travail.

Nous voudrions remercier Monsieur **HALOUANE Mourad**, MAA à l'Université AMO de Bouira, de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire.

Nous tenons à témoigner notre profonde reconnaissance à **Monsieur KAOUA Rachedine**, Maître de conférence classe B à l'Université de AMO de Bouira, pour avoir acceptée d'examiner ce travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à **Monsieur SBARGOUD Kamel**, Docteur à l'Université de AMO de Bouira, pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail en acceptant de l'examiner.

Nos remerciements s'adressent aussi à tous les membres de notre famille, qui nous ont toujours soutenus, encouragés et qui nous ont poussés à découvrir tellement de chose ; merci pour tout cela.

Nous tenons à remercier profondément l'ensemble des membres de l'équipe des techniciens des laboratoires de la faculté des sciences et des sciences appliquées, et surtout les technicien responsables de Labo N°2, pour leur grande amabilité.

Nos plus vifs remerciements vont également à nos collègues de chimie durable et environnement.

DEDICACES

HAROUN et SAIDI

Nous dédions ce travail à :

nos familles avec notre profonde gratitude et grand amour,

nos très chers parents, pour lesquels nous exprimons notre sincère reconnaissance pour leur soutien moral, et leurs encouragements tout au long de nos études même dans les moments difficiles,

nos très chers frères

nos très chères sœurs et leurs époux

Sans oublier nos très chers amis et tous les collègues de la section

master II option chimie durable et environnement

Sommaire

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
------------------------------------	---

CHAPITRE I

(Aspect Bibliographique)

Généralité sur les argiles et les membranes de filtration.....	3
I-1) Définition des argiles.....	3
I-2) Composition chimique.....	3
I-3) Critères de classification des argiles.....	4
I-3-1) Les minéraux à 7 Å (ou TO).....	4
I-3-1-1) Groupe des kaolinite-serpentine	4
I-3-1-2) Groupe d'Halloysite.....	4
I-3-2) Les minéraux à 10 (ou TOT).....	4
I-3-2-1) Groupe du talc et de la pyrophyllite	5
I-3-2-2) Groupe des smectites	5
I-3-2-3) Le groupe des Chlorites.....	5
I-4) Domaine d'application des argiles.....	5
I-5) L'argiles et environnement.....	5
I-6) Généralités sur les membranes.....	6
I-6-1) Définition	6
I-6-2) Procédés de filtration membranaires.....	6
I-6-2-1) L'osmose.....	6
I-6-2-2) L'osmose inverse.....	7
I-6-2-3) L'ultrafiltration.....	7
I-6-2-4) La Nanofiltration.....	7
I-6-2-5) Microfiltration.....	7
I-6-3) La perméabilité des membranes.....	8
I-6-4) Colmatage des membranes et leur nettoyage.....	9
Le nettoyage mécanique.....	9
Le nettoyage chimique.....	9
Le nettoyage enzymatique.....	9
Traitement des eaux usées	10
I-7) Procédés de traitement des eaux usées	10
I-7-1) Traitement primaire (physico-chimique):.....	10
I-7-2) Traitement secondaire (biologique)	10
I-7-3) Traitement tertiaire ou les traitements complémentaires	10
I-8) Caractéristiques des eaux usées.....	10

I-8-1) Les paramètres physico-chimiques de pollution.....	11
I-8-1-1) La Température	11
I-8-1-2)Le pH.....	11
I-8-1-3) La Conductivité électrique (Ce)	11
I-8-1-5) La Turbidité.....	11
I-8-2) Les indicateurs de la pollution.....	12
I-8-2-1) La Demande Chimique en Oxygène DCO	12
I-8-2-2) La demande biochimique en oxygène DBO5.....	12
I-8-2-3) Le rapport DCO/DBO5	12
I-8-3) Les Nitrates (NO ₃ ⁻).....	12
I-8-4) Les Nitrites (NO ₂ ⁻)	12
I-8-5) l'ammonium.....	12
I-8-6) Phosphates (PO ₄ ⁻³)	13
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	15

CHAPITRE II

Techniques expérimentales

II-1) Etapes d'obtention des Supports membranaires poreux.....	16
II-2) C'est quoi un effluent de fromagerie?.....	16
II-3) Méthodes et matériels utilisés pour l'analyse de nos échantillons.....	17
II-3-1) Détermination de Turbidité.....	17
II-3-2) Détermination du Potentiel d'hydrogène PH	17
II-3-3) Détermination de la conductivité électrique	18
II-3-4) Détermination de la quantité des Nitrates (NO ₃ ⁻), Orthophosphate (PO ₄ ⁻³) et l'ammonium (NH ₄ ⁺) et les nitrites(NO ₂ ⁻).....	18
II-3-4-1) Phosphate (PO ₄ ⁻³).....	19
II-3-4-2) Nitrate (NO ₃ ⁻)	19
II-3-4-3) L'ammonium (NH ₄ ⁺)	19
II-3-4-4) Les nitrites (NO ₂ ⁻).....	20
II-3-5) Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)	20
II-3-5-1) Digestion de l'échantillon.....	20
II-3-5-2) Titrage de l'échantillon.....	21
II-3-5-2) Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO ₅)	21

CHAPITRE III

Résultats et discussions

III-1) Elaboration de la membrane.....	24
III-1-1) Préparation de gel l'alcool polyvinylique (APV)	24
III-1-2) Préparation de la barbotine.....	25
III-2) Dépôt de la membrane.....	25
III-3) Application de la membrane élaborée aux traitements des effluents industriels.....	29
III-3-1) Résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'effluent avant et après l'Ultrafiltration membranaire à différentes pressions 1bar et 2 bars, 3 bars et bars ..	32
III-4) Interprétation des résultats.....	32
a) Pour la turbidité	32
b) Pour la conductivité	33
c) Pour le PH	33
d) Pour la température.....	33
e) Pour les nitrates NO_3^-	33
f) Pour les nitrites NO_2^-	34
g) Pour les phosphates PO_4^{-3}	34
h) Pour l'ammonium NH_4^+	34
i) Les variations de la DCO	35
j) La variation de la DBO5	35
k) Le rapport de la DCO / DBO5	35
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	47
Conclusion générale.....	48

*Introduction
générale*

Introduction générale

Les procédés de la filtration membranaire sont largement utilisés pour séparer et surtout concentrer des molécules ou des espèces ioniques en solution et/ou pour séparer des particules ou des microorganismes en suspension dans un liquide ; ces procédés sont basés sur la mise en œuvre des membranes perméables dont la séparation est fondée sur le concept de déplacement sélectif de certains composants à travers la membrane, composants sur lesquels, il faut appliquer une force de pression.

Depuis le début des années 1980, les membranes céramiques dites inorganiques ont été développées. Ces membranes minérales possèdent une meilleure stabilité mécanique, chimique et elles sont généralement obtenues à partir d'oxydes métalliques contenus dans les argiles naturelles.

Dans ce contexte, notre travail a pour objectif, l'étude de l'efficacité d'une membrane tubulaire à base d'argile d'AOMAR vis-à-vis du traitement des effluents laitiers. Ce dernier, consiste dans un premier lieu à la déposition d'une membrane à base d'une argile Algérienne extraite du gisement de la région d'AOMAR de la wilaya de BOUIRA (nord d'Algérie), à l'intérieur des supports membranaires frittés à 1000°C. Ces derniers ont été élaborés dans un travail de recherche réalisé à l'université de BOUIRA par extrusion d'une pâte céramique à base de la même argile. En deuxième lieu, à la détermination du domaine d'application de cette membrane (Ultrafiltration, Microfiltration ou Nanofiltration) puis à son application aux

Introduction générale

traitements d'un effluent de la fromagerie TARTINO (SARL SALI) cité à la zone industriel de ROUIBA.

Ce mémoire est structuré de trois chapitres : Le premier, est une étude bibliographique axée, dans un premier lieu, aux généralités sur les argiles ainsi que sur les procédés de filtration membranaires et leurs caractéristiques. En second lieu, à la description des eaux usées de point de vue de leurs procédés de traitement et leurs caractéristiques.

Dans le deuxième chapitre, on décrit les différentes techniques expérimentales et les moyens utilisés pour l'ensemble des expériences effectuées sur nos échantillons. Et pour finir, le troisième chapitre est consacré à la discussion des résultats obtenus. Il englobe les résultats de l'étude, de l'efficacité de la membrane à base d'argile d'AOMAR vis-à-vis la filtration d'un effluent de la fromagerie TARTINO (SARL SALI) cité à la zone industriel de ROUIBA.

Chapitre I

Etude Bibliographique

Ce chapitre est divisé en deux parties dont la première est réservée aux généralités sur les argiles de point de vue définition, composition chimique, critères de classification ainsi que leurs domaines d'application. Nous exposons aussi dans cette partie, les membranes de filtration et leurs caractéristiques ainsi que leurs différents procédés de filtration. La deuxième partie de ce chapitre est réservée à la description des eaux usées de point de vue de leurs procédés de traitement et leurs caractéristiques.

Partie (1) généralité sur les argiles et les membranes de filtration

La science des argiles a révélé une grande importance pour laquelle les géologues, les minéralogistes, les physiciens et les chimistes trouvent les sujets extraordinaires pour la recherche dans le domaine de protection de l'environnement. Cependant, elles tiennent un endroit spécial dans la recherche scientifique à cause de leur environnement qui est croisé, d'une manière continue, en divers sens et à plusieurs reprises par des activités humaines à cause de son occupation des sols et les roches.

I-1) Définition des argiles

Les argiles sont des minéraux de la famille des phyllosilicates (silicates en feuillets), issus de la dégradation chimique des composants des roches magmatiques originelles en particulier les micas des granites, les basaltes et les Feldspaths (*constituant essentiel des roches magmatiques et métamorphiques*), d'où ; Ce sont des roches sédimentaires constituées par des silicates d'aluminium plus ou moins hydratés et elles présentent une structure en feuillets (phyllosilicates). En effet, ces silicates sont connus sous le nom des minéraux argileux constitués d'un mélange de minéraux argileux et d'impuretés cristallines sous forme de débris rocheux de composition infiniment diverse [1].

I-2) Composition chimique

Les argiles sont formées d'un mélange de silicates, dits minéraux argileux (kaolinite, illite, montmorillonite), contiennent, en outre, des constituants fins comme : la silice, les minéraux micacés, le calcaire, les composés ferrugineux et les matières organiques. Ils peuvent aussi contenir des métaux alcalins et alcalinoterreux anhydres ou hydratés [2]. Les principaux composés associés à ces minéraux argileux (phyllosilicates) sont :

- le quartz : jusqu'à 30 % de la roche ;
- la calcédoine, l'opale : formes peu cristallisées et hydratées de la silice, souvent sous la forme de silex ;

- les oxydes et hydroxydes de fer (hématite, goethite) ;
- le sulfure de fer (pyrite) ;
- la gibbsite (hydroxyde d'aluminium) ;
- les carbonates (calcite, dolomie) ;
- les matières organiques : pollens, spores, débris ligneux et matières amorphes.

I-3) Critère de classification des argiles :

Les minéraux argileux qui font partie du groupe des phyllosilicates se composent de couches élémentaires organisées. La classification des argiles est basée sur l'épaisseur et la structure des feuillets [3]. Les travaux de l'AIPEA (Association Internationale Pour l'Etude des Argiles 1966-1972) et ceux de Pédro (1994), ont permis d'aboutir à une classification qui repose sur l'utilisation des critères suivants:

- Type de feuillets 2:1 ou 1:1
- Charge globale du feuillet.
- Nature des cations interfoliaires
- L'épaisseur et la structure du feuillet.

On distingue ainsi quatre groupes [4] :

I-3-1) Les minéraux à 7 Å (ou TO): (kaolinite, Halloysite, Dombasite,)

Le feuillet est constitué d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de TO, ou de type 1:1. Son épaisseur est d'environ 7 Å.

I-3-1-1) Groupe des kaolinite-serpentine

Ces minéraux sont des poly-types de la kaolinite. Ils se caractérisent par un mode d'empilement d'une même couche différente et peu de substitutions cationiques, à l'exception de Fe^{3+} en fonction de la position de la charge vacante.

I-3-1-2) Groupe d'Halloysite

Ce minéral se forme par altération de la kaolinite, suite à l'addition de couches d'eau entre les feuillets ce qui conduit à l'augmentation de l'espace basal. Il se présente sous forme de spirale. Après chauffage, l'halloysite se déshydrate irréversiblement en kaolinite [5].

I-3-2) Les minéraux à 10 Å (ou TOT): (Pyrophyllite, illite, Montmorillonite, Saponite,...)

Le feuillet est constitué de deux couches tétraédriques et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de TOT, ou de type 2:1. Son épaisseur est d'environ 10 Å.

I-3-2-1) Groupe du talc et de la pyrophyllite :

La formule chimique de la pyrophyllite est $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$. Ils sont formés par un empilement de feuillets et chaque feuillet est constitué par une couche entre deux couches de tétraèdres.

I-3-2-2) Groupe des smectites

Il s'agit du groupe le plus diversifié des minéraux 2/1 comme les vermiculites et les smectites. Ils se caractérisent par la présence d'eau interfoliée, mais avec une charge cationique plus faible dont la variation de la composition du groupe des smectites est liée à la présence de différents cations échangeables.

I-3-2-3) Le groupe des Chlorites

C'est aussi un feuillet à trois couches. Ici, la couche absorbée est à base d'ions Mg^{2+} hydratés et est très stable. La structure est proche de TOT-O dont la capacité d'échange ionique est limitée d'où la structure demeure stable à 14,1 Å [6].

I-4) Domaine d'application des argiles

Le domaine d'application des argiles est très vaste, elles sont employées dans des domaines de plus en plus diversifiés comme la céramique, l'industrie des ciments, alliage en métal, utilisation thérapeutique et la fabrication du papier absorbant ...etc [7]. En effet ; les minerais d'argiles sont répandus et abondants dans l'environnement terrestres, ils ont de grandes superficies par unité de masse. Par conséquent, ils sont exploités dans le traitement des eaux polluées, dans des processus industriels tel que la protection contre les incendies, additifs en béton et plâtre, matériaux d'emballage, ...etc [8]. De plus, les argiles jouent un rôle important dans certains domaines d'activité comme dans la médecine, elles sont utilisées dans la santé semi-solide, les produits thérapeutiques, la production des produits pharmaceutiques, cosmétique [9].

I-5) L'argiles et environnement

Les argiles ont un rôle important dans divers problèmes environnementaux à savoir de leur rôle dans les sols contaminés et dans le transport des isotopes radioactifs et leur réactivité vis-à-vis de ceux-ci (exp. rétention du Cs 137 après l'accident de Tchernobyl).

I-6) Généralités sur les membranes

I-6-1) Définition

La membrane est définie comme une barrière séparant deux compartiments et permettant le passage préférentiel d'au moins une espèce parmi les autres sous l'action d'une force de transfert chimique (concentration ...) ou physique (pression).

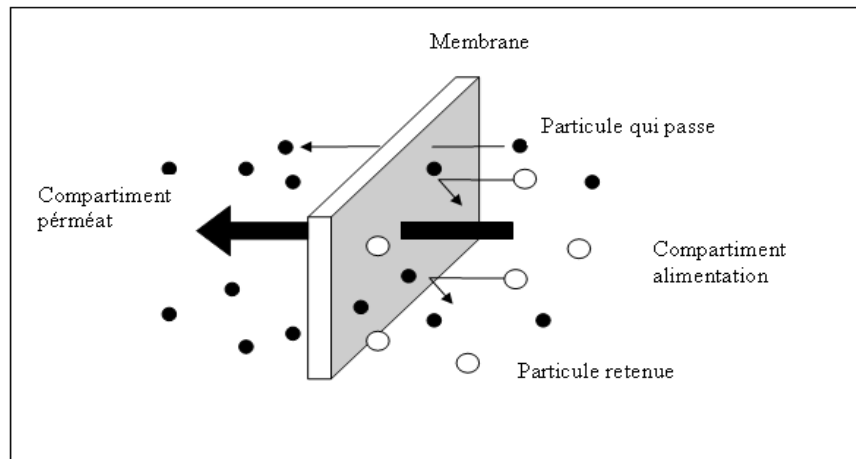


Figure (I-1) : représentation d'une membrane sélective [10]

En général, les constituants qui sont plus petits que les pores de la membrane sont capables de passer à travers la membrane sous l'effet d'une pression appliquée tandis que les substances et les molécules de taille plus importante sont retenues par la membrane. La technologie de la filtration sur membrane peut être appliquée pour la séparation fluide / fluide ou particules / fluide en vue de récupérer les espèces valorisables (eau, lactose, sels minéraux... etc) [11].

I-6-2) Procédés de filtration membranaires

On distingue quatre types de procédés de filtration membranaires (la Microfiltration MF, l'Ultrafiltration UF, la Nanofiltration NF, et l'osmose inverse (OI). Ces quatre procédés sont en générale classés en fonction des pressions appliquées lors de la filtration ainsi qu'en fonction de la taille des espèces à séparer [12].

I-6-2-1) L'osmose

L'osmose est un phénomène de diffusion des molécules de solvant à travers une membrane semi-perméable qui sépare deux solutions dont les concentrations en produits dissous sont différentes. La différence de concentration provoque une différence de pression osmotique qui engendre un déplacement du solvant à travers la membrane, le solvant passe de la solution la moins concentrée vers la solution la plus concentrée pour équilibrer les concentrations.

I-6-2-2) L'osmose inverse

L'osmose se traduit par un flux d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée. Si on applique une pression sur la solution concentrée, la quantité d'eau transférée par osmose va diminuer. Avec une pression suffisamment forte le flux d'eau va même s'annuler : cette pression est nommée la pression osmotique Π . Si on dépasse la valeur de la pression osmotique, on observe un flux d'eau dirigé en sens inverse du flux osmotique : c'est le phénomène de l'osmose inverse. La figure ci-dessous, montre le lien entre l'osmose et l'osmose inverse.

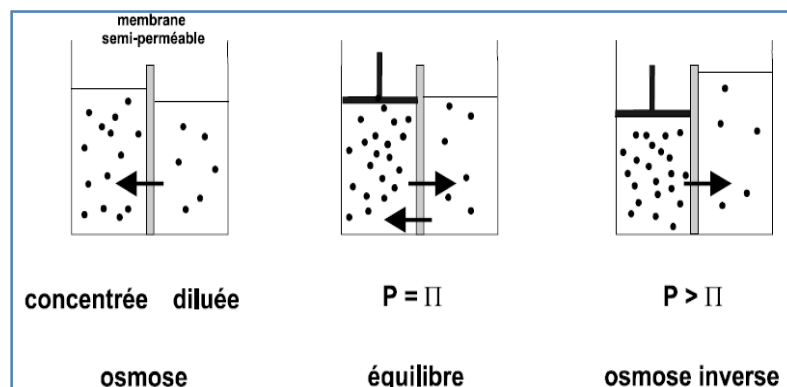


Figure (I-2) : Images représentatives de l'osmose et l'osmose inverse [10].

I-6-2-3) L'ultrafiltration

L'ultrafiltration est une filtration où le liquide traverse une membrane semi-perméable grâce à une différence de pression. Les particules en solution ou en suspension de haut poids moléculaire sont retenues tandis que l'eau et les molécules de faible poids moléculaire passent à travers la membrane. Elle utilise des membranes dont le diamètre des pores est compris entre 1 et 100 nm.

I-6-2-4) La Nanofiltration

La Nanofiltration est le terme utilisé pour désigner une nouvelle technique séparative à membranes. Elle se situe entre l'osmose inverse et l'ultrafiltration. Elle permet la séparation de composants ayant une taille en solution voisine de celle du nanomètre (soit 10 Å) d'où son nom.

I-6-2-5) La Microfiltration

C'est un procédé de séparation solide-liquide à travers des membranes poreuses dont le diamètre des pores est compris entre 0,1 et 10 μm . Elle utilise une différence de pression comme force motrice et permet la rétention des bactéries et des particules en suspension. Le tableau ci-dessous, résume les principales caractéristiques des différents procédés de séparation membranaire et leurs applications.

Tableau (I-1) : Principales caractéristiques des différents procédés de séparation membranaire [13].

	Microfiltration	Ultrafiltration	Nanofiltration	Osmose inverse
Caractéristiques de la membrane	Poreuse Convection 100 à 10000 nm	Poreuse Convection 1 à 100 nm	Poreuse Solubilisation / diffusion + Convection 1 à 10 nm	Dense Solubilisation/diffusion
Perméation de	Solvants et espèces dissoutes	Solvants, sels et petites molécules	Solvants, ions monovalents et petites molécules	Solvants
Rétention de :	Particules, colloïdes	Macromolécules, colloïdes	Petites molécules (M > 300 g/mol) Ions	Sels
Pression usuelle et quantité du perméat à travers la membrane	0,2 à 2 bars 150 à 1500 l/h.m ²	2 à 10 bars 50 à 300 l/h.m ²	7 à 40 bars 50 à 100 l/h.m ²	30 à 80 bars 10 à 60 l/h.m ²
Domaine d'applications	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Épuration bactérienne du lait ✓ Fractionnement des globules gras du lait ✓ Fractionnement de Protéines ✓ Traitement d'émulsions huile 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concentration de protéines ✓ Clarification et stabilisation de moûts, jus, vins ✓ Fabrication de préfromage liquide ✓ Traitement des effluents (saumure) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Séparation et concentration d'antibiotiques ✓ Fractionnement d'acides aminés ✓ Adoucissement d'eau potable ✓ Concentration et déminéralisation du lactosérum 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concentration de lactosérum, de sang, de blanc d'œuf, ✓ Dé-alcoolisation des vins et de la bière ✓ Dessalement des eaux

Colloïdes –agrégats de molécules ayant une taille de 0,2 à 0,002 um

I-6-3) La perméabilité des membranes

La perméabilité (A) d'une membrane est une caractéristique intrinsèque de la membrane qui dépend de sa structure. De façon pratique, la perméabilité peut être définie comme étant le rapport entre le flux du perméat (J_p) et la différence de pression transmembranaire effective (ΔP_m) [14].

$$A = \frac{J_p}{\Delta P_m} \quad \text{Relation (I.1)}$$

La densité du flux du perméat (appelée aussi de perméation) est un débit de perméation unitaire, c'est-à-dire, le rapport entre le débit volumétrique de perméation (Q_p) et la surface effective de la membrane (S) :

$$J_p = \frac{Q_p}{S} \quad \text{Relation (I.2)}$$

Avec :

$$Q_p = \frac{V}{t} \quad \text{débit volumique}$$

J_p : Flux du perméat

I-6-4) Colmatage des membranes et leur nettoyage

Durant une étape de filtration membranaire, la perméabilité diminue du fait du colmatage dû au dépôt de différentes matières (molécules chimique et/ou biochimique) à la surface et/ou dans les pores de la membrane. Ce colmatage donc nécessite un nettoyage qui a pour but de limiter le colmatage irréversible de perméabilité, et de prolonger la durée de vie des membranes. Les différentes techniques de nettoyage sont:

➤ **Le nettoyage mécanique**, un nettoyage partiel, mais rapide. Son principe consiste à décoller et retirer la matière accumulée sur la membrane par des forces mécaniques (pression à contre-courant).

➤ **Le nettoyage chimique**, qui implique un arrêt de production périodique, génère des coûts en solutions de lavages et en traitement des effluents. Il se compose d'une séquence de lavages acide et basique, ainsi que de phases de rinçage avec l'eau distillée.

➤ **Le nettoyage enzymatique**, qui constitue une alternative aux traitements chimiques. Il peut être appliqué dans les cas de membranes sensibles aux réactifs chimiques, au PH ou à la température élevée, ainsi que dans les cas de colmatage avancé [15]

Partie (2) Traitement des eaux usées

L'eau consommée ou utilisée par l'homme à l'échelle domestique ou industrielle génère inévitablement des déchets. Ces eaux usées sont recueillies par les égouts et dirigées vers les stations d'épuration afin d'être purifiées avant leur réintroduction dans le milieu naturel. Leur traitement dans les stations permet de séparer une eau épurée d'un résidu secondaire,

I-7) procédés de traitement des eaux usées

Le processus d'épuration des eaux usées comprend trois grandes étapes, présentées ci-dessous : le prétraitement, les traitements primaires et secondaires parfois suivis par un quatrième niveau de traitement, appelé traitement tertiaire [16]. Avant leur traitement les eaux brutes doivent subir un prétraitement qui a pour objectif d'extraire la plus grande quantité possible de matières pouvant gêner les traitements ultérieurs. De nature physique le prétraitement regroupe les opérations du dégrillage, du dessablage, dégraissages, déshuilage, nettoyage et en fin le tamisage.

I-7-1) Traitement primaire (physico-chimique)

Le traitement physico-chimique des eaux regroupe les opérations nécessaires pour éliminer :

- ✓ Les matières décantables, c'est le rôle de la décantation.
- ✓ La turbidité (substances colloïdales) qui traite par la coagulation-floculation (clarification).
- ✓ Certaines matières en solution par la précipitation chimique.

I-7-2) Traitement secondaire (biologique)

Il permet la biodégradation des matières organiques des eaux usées grâce à des bactéries aérobies ou anaérobies.

I-7-3) Traitement tertiaire ou les traitements complémentaires

Les traitements tertiaires regroupent toutes les opérations physiques, chimiques ou biologiques qui complètent les traitements primaires et secondaires. Parmi ces traitements on distingue ; la désinfection, la dénitrification et la déphosphatation [17].

I-8) Caractéristiques des eaux usées

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié

par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont des indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes :

I-8-1) Les paramètres physico-chimiques de pollution

I-8-1-1) La Température

La température est un facteur physique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. Elle agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau [18].

I-8-1-2) Le pH

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et le développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6,5 et 8,5. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions métalliques dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9 [19].

I-8-1-3) La Conductivité électrique (Ce)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). Sa mesure permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et elle est exprimée en micro Siemens par centimètre.

La mesure de la conductivité est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm/cm}$, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement d'épuration [20].

I-8-1-5) La Turbidité

Selon la littérature [21], la turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme des colloïdes en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau.

Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American Society for Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables : Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

I-8-2) les indicateurs de la pollution:

I-8-2-1) La Demande Chimique en Oxygène DCO :

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la consommation en oxygène par les oxydants chimiques forts pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau. Elle permet d'évaluer la charge polluante des eaux usées. Elle mesure la totalité des substances oxydables, ce qui inclut celles qui sont biodégradables.

I-8-2-2) La demande biochimique en oxygène DBO5:

La DBO5 traduit la quantité d'oxygène moléculaire utilisée par les microorganismes pendant une période d'incubation de 5 jours à 20 °C pour décomposer la matière organique, dissoute ou en suspension. Il s'agit donc d'une mesure d'évaluation de la fraction des composés organiques biodégradables [20].

I-8-2-3) Le rapport DCO/DBO5 :

Le rapport DCO/DBO5 a une importance pour la définition de la chaîne d'épuration d'un effluent et permet de qualifier la biodégradabilité d'un effluent [22], a savoir :

DCO/DBO5 <2 effluent facilement biodégradable

2 < DCO/DBO5 <4 effluent moyennement biodégradable

DCO/DBO5 >4 effluent difficilement biodégradable

I-8-3) Les Nitrates (NO₃⁻) :

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Ils proviennent du lessivage des engrais et des rejets urbains et industriels. Les nitrates sont l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux. Leur présence est associée aux autres éléments nutritifs et stimule le développement de la flore aquatique. Le développement excessif des végétaux aquatiques s'observe au-delà de 2 à 5 mg/l [23].

I-8-4) Les Nitrites (NO₂⁻) :

Les nitrites NO₂⁻ ou azote nitreux, représentent une forme moins oxygénée et moins stable, c'est une forme toxique répandue dans le sol, les eaux et dans les plantes mais en quantités relativement faibles [24].

I-8-5) L'ammonium (NH_4^+)

L'ammonium constitue le produit de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole. Cet élément existe en faible proportion, inférieure à 0,1 mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Il constitue ainsi un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains.

L'ion ammonium ne présente pas un caractère nocif pour la santé, mais sa présence, en particulier dans les eaux de surface, peut être considéré comme un indicateur de pollution. Cependant, il constitue un élément gênant, car il interfère avec la chloration pour former des chloramines modifiant l'odeur et le goût de l'eau (goût de chlore), et il est aussi un aliment pour certaines bactéries qui peuvent ainsi proliférer dans les réseaux de distribution. Il convient donc de l'éliminer de les eaux destinées à la consommation humaine [22].

I-8-6) les Phosphates (PO_4^{3-})

La présence excessive du phosphate dans les eaux naturelles vient principalement de l'utilisation des détergents ainsi que du drainage des terres agricoles fertilisées. En général, les phosphates ne sont pas toxiques pour l'homme, les animaux et les poissons, mais c'est surtout pour ralentir la prolifération des algues en milieu (phénomène d'eutrophisation) aquatique que la concentration des phosphates doit être limitée. Les concentrations limites admises en phosphates pour les eaux des rivières et des lacs sont respectivement 30 mg/L et 20 mg/L [23].

Références Bibliographiques

- [1] O.Bouras, « Propriétés adsorbantes d'argiles pontées organophiles: Synthèse et caractérisation », thèse pour l'obtention du grade de docteur, Université de Limoges, 2003.
- [2] Nourddine BELAIDI, « Préparation de la bentonite de maghenia intercalée au titane et/ou vanadium. Application à la réaction d'oxydation de cyclohexane », thèse de Magister, Université ABOU BEHR BELKAID, Tlemcen, 2010.
- [3] Lila AMIROUCHE, «Etude du pouvoir de sorption du Cuivre (II), du Zinc (II) et des polyphénols par les bentonites sous l'effet des irradiations micro-ondes», thèse de Magister, Université MOULOUD MAMMERI, TIZI-OUZOU, 2011.
- [4] TALIDI Abdellah, « Etude de l'élimination du chrome et du bleu de méthylène en milieux aqueux par adsorption sur la pyrophyllite traité et non traité», thèse pour l'obtention du grade de docteur, Université de MOHAMAD V - AGDAL, Faculté des sciences Rabat ,30 juin 2006.
- [5] Meryeme IBN GHAZALA« Synthèse des complexes organo et inorgno-pyrophyllite et leur application dans le traitement des eaux chargées en métaux lourds», thèse pour l'obtention du grade de docteur, Université de MOHAMAD V - AGDAL, Faculté des sciences Rabat ,11 juillet 2009.
- [6] Fouad BOUYAHBAR, Jean-Pierre MUZEAU et Frédéric RAGUENEAU (Les matériaux de Construction traditionnels), Techniques de l'ingénieur 2^{ème} édition C905 (Mai 2009) P 18 – 20
- [7] NATO Science for Peace and Security-B : Physics and Biophysics, «Smart Materials for Energy, Communications and Security», Edited by Igor A. Luk'yanckuk Daoud Mezzane, publication supported by the NATO Science for Peace and Security programme, Published Springer Heidelberg Dordrecht London New York, December 2007.
- [8] O. Abollino, A. Giacomino, M. Malandrino, E. Mentasti, «Interaction of metal ions with montmorillonite and vermiculite», Applied Clay Science 38 (2008) 227–236.
- [9] C. Viseras, C. Aguzzi, P. Cerezo, A. Lopez-Galindo, «Uses of clay minerals in semisolid health care and therapeutic products», Applied Clay Science 36 (2007) 37–50.
- [10] P. Fievet, A. Szymczyk , « Caractérisation des propriétés électriques des parois de pores d'une membrane », C. R. Chimie 5 (2002) 493–505.
- [11] Htim EL KHABBAZE, « Traitement des solutions modèles du lait par membranes de nanofiltration et d'osmose inverse», thèse pour l'obtention du grade de docteur, Université de MOHAMAD V - AGDAL, Faculté des sciences Rabat ,2008.

- [12] Grégorio Crini et Pierre-Marie Badot, *(Traitement et épuration des eaux industrielles polluées, procédés membranaires, bioadsorption et oxydation chimique), universitaires de Franche-Comté (2007) P 67-79*
- [13] Alfa Arzat, Ph D, «*Procédés de séparation membranaire et leur application dans l'industrie alimentaire*», 30 Mai 2008, ACER (centre de recherche, de développement et de transfert technologique acéricole inc).
- [14] A. Nechad, «*Elaboration d'une membrane de filtration d'eau à base de polyéthylène basse densité et de gypse de Bouzggaiïa* », thèse de Magister, Université Hassiba Benbouali, Chlef, 2009.
- [15] MAUREL, A., AIMAR, P., BACCHIN, P., MAUREL, A., 2013b. *Filtration membranaire (OI, NF, UF, MFT) Aspects théoriques : perméabilité et sélectivité. Tech. Ing. Procédés Trait. Eaux Potables Ind. Urbaines base documentaire : TIB318DUO.*
- [16] Anaëlle Pony « *Estimation de performances épuratoires : Caractérisation de boues de station d'épuration* »,2009.
- [17] professeur Said ouali « *cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux* »2eme édition, 2008.
- [18] Faïza Mekhalif, *Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement ; mémoire de Magister, l'Université du Aôût 1955 SKIKDA, (2009).*
- [19] Rodier J, Bazin C, Broutin J.P, Chambon P, Champsaur H et Rodi L *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer ; Ed Dunod Paris,(2005).*
- [20] Mouni Lotfi *Etude et caractérisation physico-chimique des rejets dans l'oued Soummam ; mémoire de Magister, Université Abderrahmane MIRA de Bejaïa, (2004).*
- [21] Rejsek F *Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, Centre régional de documentation pédagogique Aquitaine ; France,(2002),*
- [22] Larhyss Journal ; *ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX USEES DE L'UNITE INDUSTRIELLE PAPETIERE (CDM) A SIDI YAHIA EL GHARB (MAROC), ISSN 1112-3680, n°20, Décembre 2014.*
- [23] Patrick GIRGENTI, *PARAMETRES D'ANALYSES Références bibliographiques 42*
- [24] AISSAOUI Azzeddine *Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région de Oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles ; mémoire de magister, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou,(2012).*

Chapitre II

Techniques Expérimentales

Ce chapitre est consacré dans un premier lieu, à la description des étapes suivies pour l'élaboration des supports membranaires tubulaires à base d'argile d'Aomar. En deuxième lieu; à la description du type d'effluent utilisé dans cette étude ainsi que les méthodes et matériels utilisés pour analyser nos échantillons obtenus pour différents effluents avant et après filtration membranaire.

II-1) Etapes d'obtention des Support membranaires poreux

Les membranes céramiques ont généralement une structure composite, composées au moins de deux couches, un macroporeux qui constitue le support et une couche active mince. L'élaboration d'un support céramique, implique en premier lieu la préparation d'une pâte céramique qui exige l'utilisation d'additifs organiques (L'amidon, le Méthocel et l'Amijel) pour permettre la dispersion de la poudre et l'ajustement du comportement rhéologique de la pâte. Ces additifs assurent une résistance mécanique significative après un séchage à l'air libre, avec un avantage principal de leur élimination par combustion pendant le traitement thermique (le frittage). Les principales étapes de préparation d'un support céramique présentant une structure tubulaire sont résumées sur l'organigramme de la figure (II-1).

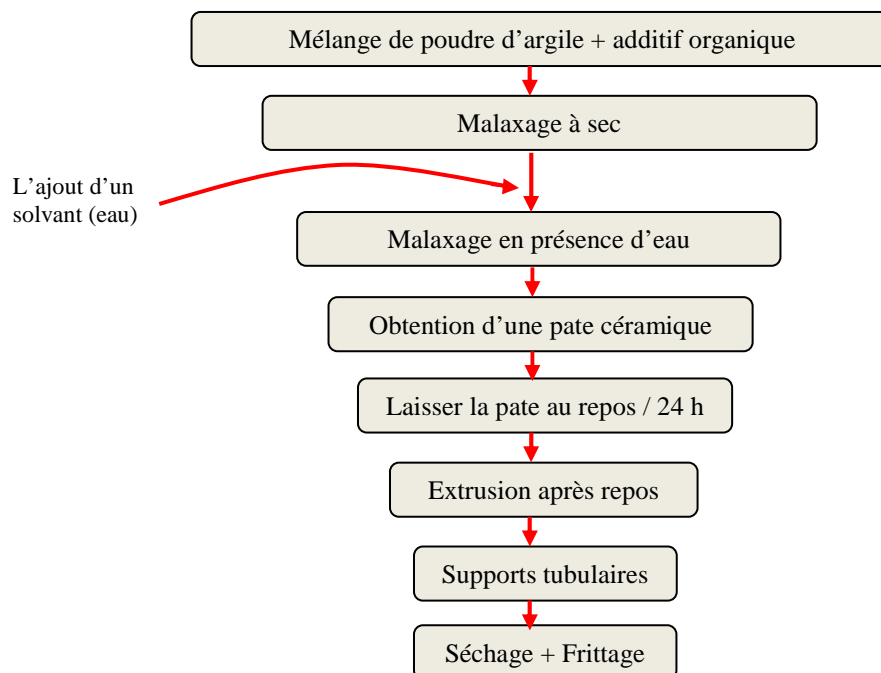


Figure (II-1): Organigramme des principaux processus pour la préparation d'un support céramique tubulaire [1]. .

II-2) c'est quoi un effluent de fromagerie?

Il s'agit des eaux de lavage des machines de production du fromage, elles sont désignées par "eaux blanches". Les effluents de fromagerie se caractérisent par une charge organique

extrêmement élevée qui provoque la pollution des petits cours d'eau, colmatage des sols autour des points de rejets donc les nuisances sont également olfactives et visuelles. Il faut également préciser que les eaux de lavage de la fromagerie constituent une charge polluante 15 fois plus élevée qu'une eau usée ménagère. Selon la littérature, 1 litre de lait utilisé pour la production du fromage, génère 4 à 5 litres d'effluent [2].

II-3) Méthodes et matériels utilisés pour l'analyse de nos échantillons

Pour déterminer les caractéristiques de pollution pour nos échantillons, nous avons suivi les techniques ou les modes opératoires utilisés à l'échelle nationale qui sont basées sur des normes bien respectés par toutes les directions des eaux [3, 4, 5, 6].

II-3-1) Détermination de Turbidité

Le turbidimètre utilisé pour la mesure de la turbidité est de type (HACH 2100N TURBIDIMETER), dont les mesures de cette dernière ont été réalisées dans des cellules spéciales

- remplir la cellule à la ligne (environ 15 ml) puis, essuyé la cellule avec un morceau de tissu pour enlever les traces d'eau et les empreintes.
- appuyer sur le bouton I/O pour allumer le turbidimètre puis placer la cellule. Pour avoir la lecture de la turbidité qui est exprimée en NTU, il faut appuyer sur le bouton « ENTRER »



Figure (II-6) : image de Turbidimètre utilisé

Cet instrument envoie un rayon de lumière à travers un échantillon d'eau et mesure la quantité de lumière qui passe à travers l'eau par rapport à la quantité de lumière qui est réfléchiée par les particules dans l'eau.

II-3-2) Détermination du potentiel d'hydrogène pH :

Nous avons utilisé un Radiomètre de type TitraLab TIM805.



Figure (II-7) : Image de pH-mètre utilisé

II-3-3) Détermination de la conductivité électrique :

Nous avons mesuré la conductivité à l'aide d'un conductimètre du type MeterLab DM210 avec un thermomètre intégré qui fait la mesure à 21°C. L'électrode du conductimètre est plongé directement dans environ 100 mL de l'échantillon puis effectuer une lecture direct de la valeur de la conductivité sur l'écran du conductimètre. Cette dernière elle est exprimée en $\mu\text{s}/\text{cm}$ ou en ms/cm .



Figure (II-8) : Image de Conductimètre utilisé

II-3-4) Détermination de la quantité des Nitrates (NO_3^-), Ortho phosphate (PO_4^{3-}) ? l'ammonium (NH_4^+) et les nitrites (NO_2^-):

➤ Matériels utilisés :

- Nous avons utilisée un spectromètre de type LANGE DR2800
- Un Chronomètre et Pipettes volumétriques de 2 ml
- Pastilles d'analyse (acide ascorbique, réactif mélange, réactif coloré, réactif mixte et le dichloro-isocyanurate de sodium)

II-3-4-1) Phosphate (PO_4^{3-}):

Pour mesurer la quantité des phosphates, il faut d'abord entrer un programme nommé «programme numéro 490» exigé par la norme ISO 6878/1 :1998(F) [2, 3], dont laquelle la longueur d'onde est réglée à «880 nm». On prélève 40 mL de l'échantillon dans une fiole jaugé de 50ml à laquelle on ajoute 1ml d'acide ascorbique, 2 ml de réactif mélange et 7ml de l'eau distillé.

Le mélange est laisse pendant 30 minutes pour réagir jusqu'à l'apparition d'une couleur bleu au niveau des échantillons.

Nous avons préparé le blanc en suivants les mêmes étapes précédentes en replissant un flacon colorimétrique avec 25 ml d'échantillon, ce dernier est placé dans le puits de mesure et nous avons appuyé sur «Zéro». Par la suite l'échantillon préparé est placé dans le puits de mesure en appuyant sur «Read/Enter», le résultat s'affiche en mg/l. Notons ici que lorsque la teneur en phosphate est supérieure à 10 mg/L (10ppm), il faudra diluer l'échantillon avec l'eau distillée et multiplier le résultat par le facteur de dilution sinon la lecture n'aura pas lieu.

II-3-4-2) Nitrate (NO_3^-):

Pour effectuer la mesuré de la quantité des Nitrate, il faut d'abord entrer un programme nommé «programme numéro 355» exigé par la norme ISO 6777 na 1657 [4], dont laquelle la longueur d'onde est réglée à «500 nm». Nous avons rempli un flacon colorimétrique avec 25 ml d'échantillon à analyser pour lequel nous avons ajouté avec précaution le contenu d'une pastille «Nitra Ver 5» au flacon.

Prenons maintenant sur «Shift Timer» avec l'agitation du flacon pendant une minute jusqu'à ce que le minuteur sonne.

Nous avons préparé le blanc en suivants les mêmes étapes précédentes en replissant un flacon colorimétrique avec 25 ml d'échantillon, ce dernier est placé dans le puits de mesure et nous avons appuyé sur «Zéro». Par la suite l'échantillon préparé est placé dans le puits de mesure en appuyant sur «Read/Enter», le résultat s'affiche en mg/l mg/l N- NO_3 .

II-3-4-3) L'ammonium (NH_4^+):

Pour effectuer les mesures spectrométrique sur la quantité d'ammonium, il faut entrer un programme nommé «programme numéro 385» exigé par la norme ISO 7150/1 [5], dont laquelle la longueur d'onde est réglée à «655 nm». Nous avons rempli une éprouvette avec 40ml d'échantillon à analyser pour lequel est ajouté 4ml du réactif coloré homogenèse et

4ml du réactif de dichloroisocyanurate de sodium ; ce mélange à été suivi par l'agitation manuel de 1min pour assurer son homogénéité. Après 60 min de réaction, la couleur du mélange a changé de couleur transparente vers le jaune pour quelque échantillon et de la transparente vers le vers pour les autres.

Nous avons préparé le blanc en suivant les mêmes étapes précédentes et le résultat s'affiche en mg/l N- NH_4^+ .

II-3-4-4) Les nitrites (NO_2^-) :

Pour effectuer des mesures d'absorbance de chaque échantillon, ISO 6777 na 1657 [4] exige une longueur d'onde d'environ 540nm ; 1ml de réactif mixte à été ajouté à 50ml d'échantillon, il faut attendre au moins 20 minutes (l'apparition de la couleur rose indique la présence des NO_2^-).

L'essai à blanc a subit le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactifs mais en employant le même volume approprié d'eau distillée. Ce dernier est placé dans le puits de mesure en appuyant sur «Zéro» ; puis nous avons placé l'échantillon préparé dans le puits de mesure en appuyant sur «Read/Enter», le résultat s'affiche en mg/l mg/l

II-3-5) Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) :

Pour la détermination de ce paramètre nous avons suivi la méthode par titrage dont laquelle nous avons préparé les réactifs suivants :

- Une Solution standard de dichromate de potassium ($\text{K}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7$) 0,250 N
- Un Réactif à l'acide sulfurique (1g de Sulfate d'argent+ 100 ml d'acide sulfurique pur) :
- Une Solution standard de sulfate de fer ferreux et ammonium (Sel de Mohr) 0,125 N :
- Solution d'indicateur féroïen
- Cristaux fins de Sulfate de mercure
- Solution standard de phtalate acide de potassium RPE ($\text{H}_5 \text{C}_8 \text{O}_4 \text{K}$)

II-3-5-1) Digestion de l'échantillon

Introduire les réactifs et l'échantillon à analyser au moyen d'une pipette graduée dans les éprouvettes de digestion propres, en suivant l'ordre et la quantité définis dans le tableau suivant.

Tableau II-1 : Tableau représentatif des quantités de l'échantillon analysé et des réactifs utilisées

Réacteur	Sulfate de mercure (mg)	Dichromate de potassium à 0,25 N (ml)	Sulfate d'argent+ Acide sulfurique (ml)	Echantillon (ml)
ECO6	400	10	30	20

Mettre les réfrigérants sur les éprouvettes puis introduisez les dans le réacteur et après un temps de chauffage de 120 min à 150 °C, enlever les éprouvettes et laisser refroidir (dans un porte éprouvettes métallique approprié).

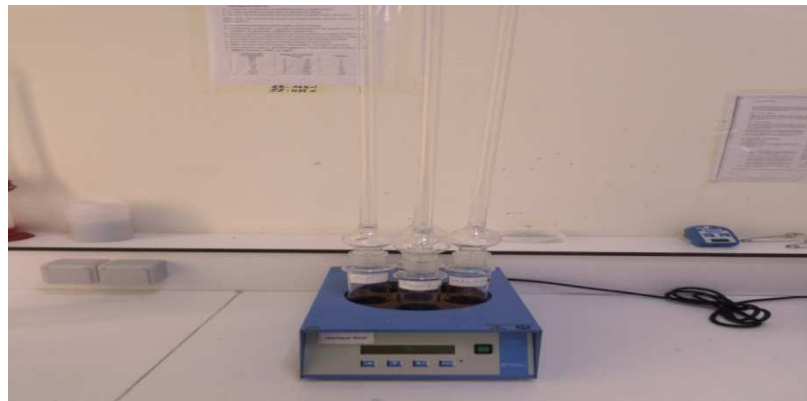


Figure II-11 : Images représentatives de Digesteur DCO

II-3-5-2) Titrage de l'échantillon

Transvaser le contenu de chaque éprouvette en matras à goulot large, rincer avec de l'eau distillée 3 ou 4 fois et ajouter 5 ou 6 gouttes d'indicateur féroïen. Après le refroidissement, titrer avec une solution jusqu'au moment où la couleur de la solution change du vert bleu à la couleur orangé. Les millilitres de solution de sulfate de fer ferreux et ammonium servent à calculer la DCO de la solution examinée.

II-3-5-2) Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO₅) :

La Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à été réalisée en suivant les étapes ci-dessous.

- ✓ Mettre en marche l'incubateur DBO tout en réglant le thermostat à 20°C.
- ✓ Remplir le flacon de DBO avec l'échantillon à l'aide des fioles jaugées puis introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.

- ✓ insérer un godet à soude dans le goulot du flacon, puis à l'aide une pince; introduire 02 à 03 pastilles de soude dans le godet (Attention : les pastilles de soude ne doivent jamais être en contact avec l'échantillon.
- ✓ Fermer hermétiquement le flacon avec l'OxiTop et commencer la mesure en appuyant simultanément sur les touches M et S pendant 02 secondes, l'afficheur indique 00.
- ✓ Introduire les flacons avec l'OxiTop dans l'incubateur pendant 05 jours d'agitation. L'OxiTop enregistre automatiquement une valeur toutes les 24h pendant 05 jours.



Figure II-9 : Images représentatives de l'Incubateur DBO + Oxitop

Après 05 jours, lire les valeurs mémorisées en appuyant sur la touche S. les valeurs affichées (digits) sont converties en valeur DBO avec le tableau suivant (Digits* facteur = DBO₅ en mg/l)

Tableau II-2 : Valeurs de conversion en DBO₅ en fonction de la plage de mesure et du facteur utilisé

Volume de l'échantillon (ml)	Plage de mesure (mg/l)	Facteur
432	0-----40	1
365	0-----80	2
250	0-----200	5
164	0-----400	10
97	0-----800	20
43.5	0-----2000	50
22.7	0-----4000	100

Références Bibliographiques :

- [1] R. BENNAI, B. ABBAD et A. Bestani (Valorisation de l'argile de la région d'Aomar (Bouira) dans la filtration des eaux usées industriels sur des membranes tubulaires), Mémoire de Master à l'université de BOUIRA 2016/2017
- [2] Le traitement des effluents en fromagerie Article publié dans L'égide n° 18, janvier 2000
- [3] NA 2364/1994-qualité de l'eau-dosage spectrométrique du phosphate en utilisant le molybdate d'ammonium (Norme ISO 5667/2004(F) qualité de l'eau – échantillonnage)
- [4] ISO 6878/1 :1998(F) qualité de l'eau – dosage spectrométrique du phosphore en utilisant le molybdate d'ammonium (Norme ISO 5667/2004(F) qualité de l'eau – échantillonnage)
- [5] ISO 6777 na 1657.DOSAGE des nitrites – méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire (Norme ISO : qualité de l'eau- échantillonnage)
- [6] ISO 7150/1-qualité de l'eau – dosage de l'ammonium-méthode spectrométrie manuelle (norme ISO 5667 :2004(f) qualité de l'eau –échantillonnage)

Chapitre III

*Résultats
et
discussions*

Ce chapitre est consacré à la partie expérimentale réalisée au laboratoire de chimie dont lequel nous avons utilisé des supports membranaires tubulaires frittés à 1000°C. Ces derniers ont été élaborés dans un travail de recherche réalisé à l'université de BOUIRA par extrusion d'une pâte céramique à base d'une argile d'Aomar (BOUIRA -Algerie) [1]. La première étape de notre travail consiste à la déposition des membranes à base de la même argile (argile d'Aomar), à l'intérieur de ces supports tubulaires puis à la détermination du domaine de leur application (Ultrafiltration, Microfiltration ou Nanofiltration). En seconde lieu, à l'application de la membrane aux traitements d'un effluent de la fromagerie TARTINO (SARL SALI) située à la zone industriel de ROUIBA.



Figure (III-1) : Image des supports tubulaires utilisés

III-1) Elaboration de la membrane

L'élaboration de la membrane, a été réalisée par la préparation d'une barbotine composée d'un mélange constitué par un gel d'alcool polyvinylique et d'une barbotine à base d'une poudre d'argile d'Aomar. Il est très important de signaler ici que la poudre utilisée dans la barbotine, doit être très fine pour qu'elle puisse incorporer à l'intérieur des pores des supports utilisés, d'où nous l'avons tamisée sur un tamis de 40 μm .

III-1-1) Préparation de gel l'alcool polyvinylique (APV)

Nous avons préparé un gel d'APV (alcool polyvinylique), par dissolution totale de ceci dans une quantité d'eau distillée, les quantités d'alcool polyvinylique et de l'eau nécessaires pour obtenir un gel sont basées sur des quantités déjà rencontrées dans des travaux de recherche concernant le domaine des argiles, ces dernières affirment que ces quantités sont de 12g d'APV et 88g d'eau distillée (normes générales) [2]. Dans ce contexte, nous avons préparé un gel d'APV en utilisant 6 g d'APV dissoutes dans 44 ml d'eau distillée sous agitation et chauffage à 50°C, jusqu'à l'obtention d'un gel.

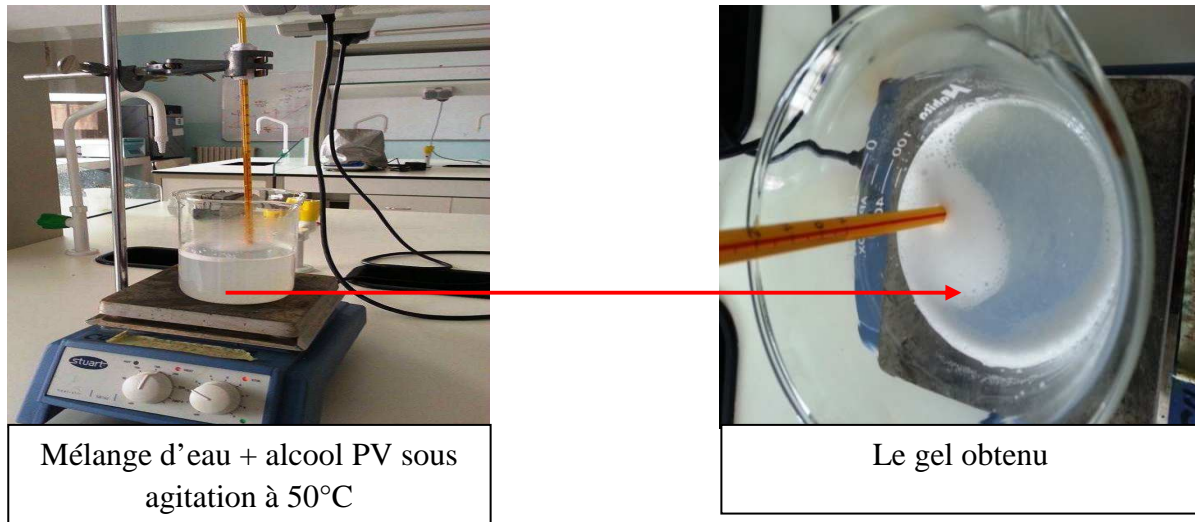


Figure (III-2) : Images représentatives de la préparation du gel d'APV

III-1-2) Préparation de la barbotine

Du même, les quantités utilisées pour la préparation de la barbotine, sont basées sur des quantités rencontrées déjà dans la littérature soient ; de 30% du gel d'APV préparé, 65% d'eau et 5% d'argile [3]. De ce fait, nos quantités calculées sont : 15 g du gel d'APV, 32.5 g d'eau distillée et 2,5 g d'argile d'Aomar tamisé sur un tamis de 40 μm) qui sont par la suite, mélangées dans un Becher sous agitation magnétique pendant 15 min.

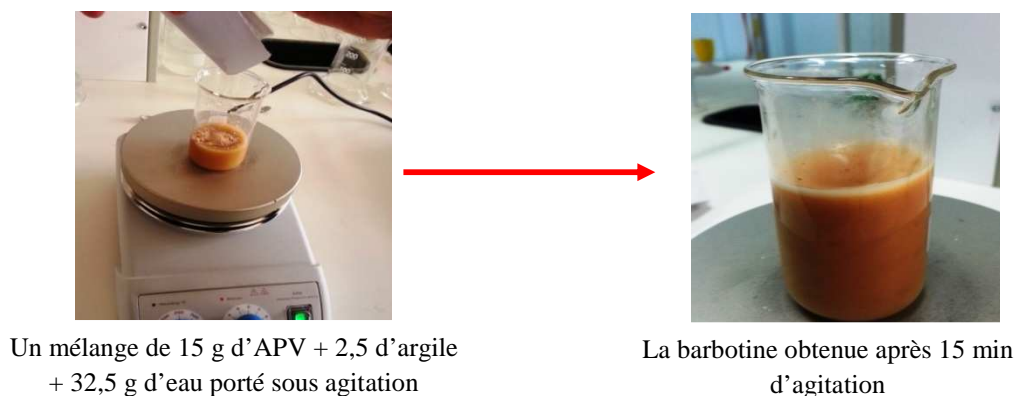


Figure (III-3) : Images représentative de la barbotine préparée

III-2) Dépôt de la membrane

La technique utilisée pour le dépôt de la membrane est appelée Slip-Casting (Engobage) dont laquelle, le support est mis en position verticale, bouché à une extrémité puis rempli avec de la barbotine préparée précédemment pendant un temps bien déterminé appelé (temps d'engobage) selon l'épaisseur désirée [4]. Au bout d'un temps bien déterminé, ce dernier est vidé, laissé au séchage à l'air libre en position verticale pendant 24 heures.

Après 24h de séchage nous avons fritté la membrane déposée à la température de 900°C. Cette température a été déjà déterminée par le même travail de recherche à l'université de BOUIRA [1], dont lequel cette dernière est liée à sa morphologie de point de vue de son homogénéité et de sont adhérence aux parois intérieurs du tube tubulaire.

Dans le but de déterminer le domaine d'application de la membrane précédente (Ultrafiltration, Microfiltration ou Nanofiltration), nous l'avons soumise à un test de perméabilité à l'eau en utilisant un pilote de filtration à circuit fermé, comprenant une cuve d'alimentation, une pompe à eaux, un compresseur servant à l'application de différentes pressions ainsi que deux régulateurs de pression (figure III-5).

Le support tubulaire comprenant la membrane déposée et fritté à 900 °C, est enrobé aux deux extrémités à l'aide d'un téflon pour éviter les fuites d'eau lors de sa circulation, la longueur mesurée entre la distance téflon-teflon est de $L= 11$ cm et le diamètre intérieure du support utilisée $D=6$ mm. Ce dernier est placé à l'intérieur du module puis soumis à une circulation d'eau à différentes pressions dont lesquelles le perméat est récupéré pour chaque 10 min en mesurant le temps nécessaire pour récupérer 5 ml d'eau. Les résultats obtenues sont regroupés sur les tableaux ci- dessous sachant que le flux du perméat est calculé pour chaque valeur du temps en utilisant la relation (I-2) du premier chapitre, qui est analogue à : $F = \frac{V}{S*t}$
où

F : le flux du perméat

V : le volume récupéré après chaque 5 min, il est égale à 4 ml

S : surface du support avec : $S = 2\pi rL$

L : distance entre téflon-teflon

t : temps nécessaire pour récupérer 5 ml d'eau après chaque 10 min

Pour calculer la perméabilité de cette membrane, l'équation (I-1) a été utilisée. Pour cela ; nous avons tracé les flux les plus stables en fonction des pressions appliquées (figure III-7)

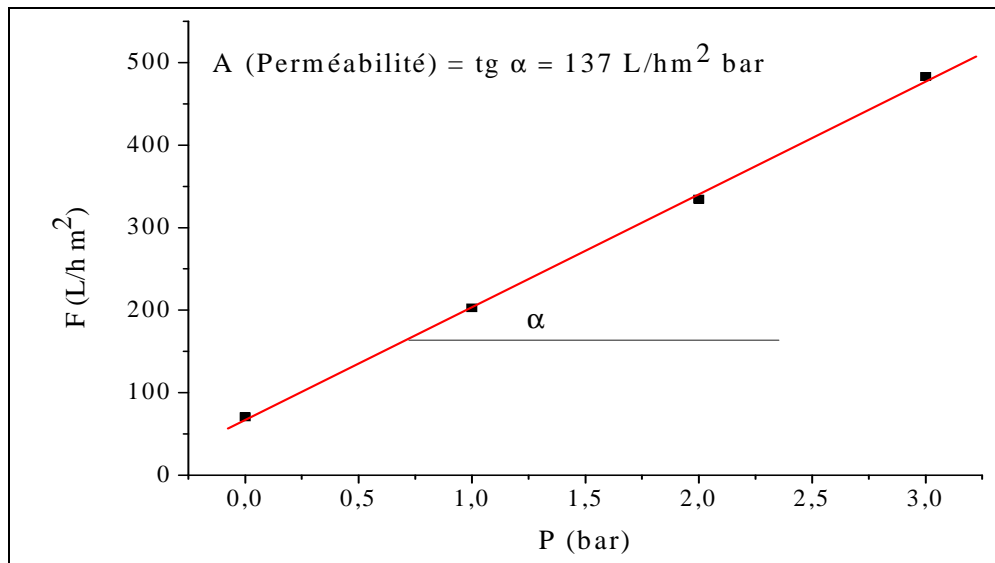


Figure (III-7) : Représentation graphique de la variation du flux en fonction de la pression appliquée $Flux = f(P)$

La valeur de la perméabilité de cette membrane calculée avec la relation (I-1) est de $137 L/h m^2 \cdot bar$. Par comparaison de cette valeur aux valeurs données sur le tableau (I-2) du chapitre I, on constate que notre membrane élaborée à base de cette argile (argile d'Aomar), est une membrane classée dans le domaine de l'Ultrafiltration.

III-3) Application de la membrane élaborée aux traitements des effluents industriels

Les eaux résiduaires industrielles laitières se composent exclusivement de rinçage et de nettoyage. Ces eaux sont constituées à la réception du lait ou au poste de remplissage des récipients, au nettoyage des camions-citernes, des stérilisateurs et évaporateurs ainsi que les diverses installations de laiteries. Elles sont polluées par des traces du lait, parfois aussi par les produits chimiques utilisés pour le nettoyage et la désinfection (l'acide nitrique, la soude et le désinfectant). Pour les eaux provenant de l'atelier de beurrerie, celles-ci vu leur teneur en graisses et en sels nutritifs, sont évacuées avec les eaux résiduaires [5]. La réglementation en matière de gestion de ce type d'effluents se reporte à deux textes:

- Le règlement sanitaire départemental (circulaire du 9 août 1978 : « Si les eaux résiduaires ne sont ni épandues, ni vidangées, elles doivent être épurées avant rejet dans le milieu naturel.
- Le décret relatif au déversement et à l'épandage des effluents d'exploitations agricoles (décret du 12 juin 1996) : «Le déversement direct d'effluents d'exploitations agricoles dans les eaux superficielles, souterraines ou eaux de mer est interdit » [6]

Cadre juridique [7]:

- La loi 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
- Décret exécutif n°06-141 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels
- Décret exécutif n°07-300 correspondant au 27 septembre 2007 définissant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur les eaux usées industrielles.

L'épuration de ce type d'eaux consiste à l'amélioration de leurs caractéristiques physicochimiques et biologiques de telle façon à ce que la qualité d'eau traitée obéisse aux normes requises. Le plus couramment utilisé pour ces dernières est le traitement biologique, qui se base sur la capacité de microorganismes à dégrader la pollution carbonée, azotée et phosphatée; le traitement biologique connaît beaucoup d'amélioration.

- les eaux blanches, dont les caractéristiques sont données dans le tableau ci-dessous, sont trois fois plus chargées que les eaux domestiques.

- Le lactosérum présente une charge organique très élevée. On l'assimile aussi au petit lait et, pour comparaison, il est 70 fois plus chargé que les eaux domestiques.

- Le mélange des eaux blanches et du lactosérum est 12 à 15 fois plus chargé que les eaux domestiques.

Toutes ces caractéristiques induisent le fait que les effluents de fromageries doivent subir un traitement spécifique afin de réduire considérablement la charge organique avant d'être rejetés. Cependant pour les trois eaux le rapport DCO/DBO5 est inférieur à 2 ce qui les rend facilement biodégradables. Le tableau ci-dessous représente les valeurs limites de certains paramètres des rejets industriels en Algérie [8].

Tableau (III-5) : Les valeurs limites de certains paramètres des rejets industriels en Algérie.

Paramètres	Les valeurs maximales
Température	30°C
PH	5.5-8.5
Conductivité	2500 $\mu\text{S}/\text{Cm}$
Turbidité	80 NTU
Phosphate	15mg/l
Nitrate	40mg/l
Nitrite	3mg/l
Ammonium	5mg/l
DBO5	40mg/l
DCO	120mg/l

Dans ce contexte, cette partie est réservée à l'utilisation de notre membrane d'Ultrafiltration élaborée précédemment dans la filtration de l'effluent rejeté par la fromagerie TARTINO (SARL SALI) cité à la zone industriel de ROUIBA. Cet effluent nous a été fourni à l'état liquide de couleur blanche (turbidité plus élevée).

Pour la filtration de cet effluent, nous avons utilisé le pilote de filtration cité précédemment dont lequel le support qui contient la membrane déposée est placé à l'intérieur du module et l'effluent est introduit dans la cuve d'alimentation (2,5 litres d'effluent de fromagerie de ROUIBA dissout dans 1,5 litre d'eau distillée pour éviter le colmatage rapide de la membrane). Cette membrane est soumise à la circulation de l'effluent à différentes pressions (de 1 à 5 bars), dont lesquelles le perméat est récupéré dans des erlenmeyers pour chaque pression appliquée.

nous avons procédé aux analyses de certains paramètres physico chimique de point de vue de (la turbidité, la température ($^{\circ}\text{C}$), la conductivité (μS), le pH, Les phosphates PO_4^{-3} , Les nitrates NO_3^{-} , les nitrites, NO_2^{-} , l'ammonium NH_4^{+} , la DBO₅ et la DCO, et ceci pour chaque perméat obtenu à chaque pression appliquée ainsi que l'effluent non filtré et celui retenu dans la cuve d'alimentation. Il est très important de signaler ici que les échantillons destinés aux mesures de la DCO et la DBO₅, ont été acidifiés à PH = 2 avec de l'acide

sulfurique dans le but de diminuer le maximum d'activité bactérienne qui peut avoir une grande influence sur le résultat finale.

III-4) Interprétation des résultats

D'après les résultats obtenus, on constate qu'il ya une grande différence ce qui concerne les valeurs des paramètres cités précédemment lorsqu'on passe d'un échantillon à l'autre. En effet ;

a) Pour la turbidité

Avant l'Ultrafiltration de l'effluent, on constate que les teneurs de turbidité dans les eaux laitières ont atteint des valeurs de 2400 NTU qui sont largement supérieures à la norme requise. Après le traitement de ce dernier par Ultrafiltration membranaire a différentes pressions, ces teneurs sont réduites jusqu'à 28 pour 1 bar, 19 pour 2 bars, 14 pour 3 bars et 11 pour 4 bars. Ces valeurs montrent l'efficacité de la clarification par Ultrafiltration. Cependant ; la valeur de la turbidité obtenue pour le retentât qui est de 2650 NTU, montre que le retentât est trop chargé de matières en suspension (MES) et de matières organiques (MO). Notons ici que les valeurs obtenues après filtration membranaire sont nettement inférieures à la norme requise (80 NTU).

b) Pour la conductivité

D'après le tableau III-6, nous constatons que les valeurs de conductivité électrique observée dans les eaux laitières sont très agréables que les normes algérienne (2500 $\mu\text{S}/\text{Cm}$). Les valeurs de la conductivité électrique se situent entre une valeur minimale de l'ordre de 2170 $\mu\text{S}/\text{Cm}$ observée au niveau de l'effluent non filtré et une valeur maximale de l'ordre de 1502 $\mu\text{S}/\text{Cm}$, observé dans le retentât. Cependant ; les valeurs de la conductivité observées au niveau des perméats obtenus après filtration à 1 bar, à 2 bars, à 3 bars et à 4 bars sont supérieures à celle du retentât. Ces valeurs nous informent sur la présence de quantités des sels minéraux qui est trop élevé dans ce rejet et qui rend l'eau saline même après Ultrafiltration.

c) Pour le PH

Les valeurs de pH mesurées, pour les six échantillons avant et après Ultrafiltration membranaire, sont comprises entre 6,32 et 7,3. Ces dernières sont conformes aux normes des effluents rejetés en Algérie dont le pH devait être dans l'intervalle [5.5-8.5].

d) Pour la température

Les valeurs de température mesurées pour les 6 échantillons avant et après Ultrafiltration, montrent qu'elles sont comprises entre 21,5 et 23,9. Ce qui est conforme à la norme des rejets qui exige une température inférieure à 30°C.

e) Pour les nitrates NO_3^-

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l. Cependant leurs teneurs dans les eaux usées non traitées sont faibles (*UNEP/MAP/MEDPOL*, 2004).

Avant le traitement, les résultats obtenus montrent que la quantité des ions NO_3^- dans l'effluent a atteint une valeur de 66.8 mg/l, cette quantité est supérieure à la norme requise (40mg/l) après la filtration on remarque une diminution de cette valeur à 1 bar (21,7 mg/l), 2 bars (15,2 mg/l), 3 bar (12 mg/l) et à 4 bars (2,2 mg/l), ce qui conduit à déduire dans ce cas que le traitement par procédé d'ultrafiltration membranaire est efficace pour la rétention des nitrates avant de les rejeter dans le milieu naturel. Mais pour le retenta la quantité de ces ions est plus élevée par rapport à celles des perméats obtenus ce qui confirme la rétention de ces ions lors de la filtration par procédé membranaire.

f) Pour les nitrites NO_2^-

Du même ; les résultats obtenus pour la mesure des quantités des ions NO_2^- , montrent que cette dernière atteint une valeur de 51.2 mg/l dans l'effluent non filtré, par contre, on constate une grande diminution de la quantité de ces ions après Ultrafiltration membranaire, soit 0.4 mg/l pour 1 bar, 0,95 mg/l pour 2 bars, 1,2 mg/l pour 3 bars et 1,95 mg/l pour 4 bars. Ces valeurs indiquent que ces ions ont été retenus par la membrane et ceci peut être expliqué par leur quantité maximale obtenue dans le retentât qui est de 27,6 mg/l. Notons ici que les valeurs obtenues après Ultrafiltration sont largement inférieures à la norme requise qui est de 2 à 3 mg/l

g) Pour les phosphates PO_4^{3-}

Les valeurs obtenues sur le tableau III-15 nous permettent de constater que les teneurs des ortho phosphates sont trop élevés dans l'effluent non traité et le perméat obtenu à 4 bars ainsi que dans la retentât dans la cuve d'alimentation. Ces teneurs dépassent la norme algérienne

(15 mg/l). Cette observation indique que la rétention des phosphates ne peut pas être réalisée par un procédé d'Ultrafiltration membranaire à 4 bars. Cependant les valeurs de la quantité de ces ions obtenues après Ultrafiltration à 1 bar, 2 bars et 3 bars sont conformes à la norme algérienne ce qui indique que la rétention des phosphates peut être réalisé par un procédé d'Ultrafiltration mais à des pressions inférieures ou égale à 3 bars.

h) Pour l'ammonium NH_4^+

L'azote ammoniacal constitue un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains. Les résultats du tableau III-15, montrent que l'effluent non filtré contient une teneur trop élevée en ions ammonium 59.2 mg/l. Cependant ; on constate une grande diminution de la quantité de ces ions après Ultrafiltration membranaire 15 mg/l pour 1 bar, 4 mg/ pour 2 bars, 0.55 mg/l pour 3 bars et 0.38 mg/l pour 4 bars. De plus, on constate que cette diminution de la quantité des ions NH_4^+ dans les échantillons du perméat à différentes pressions est accompagnée par son augmentation dans le retentât 40.6 mg/l, ce qui indique que ces ions ont été retenues par cette membrane d'Ultrafiltration.

i) Les variations de la DCO

La demande chimique en oxygène représente la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables chimiquement contenues dans l'eau. Elle est représentative de la majeure partie des composés organiques mais également des sels minéraux oxydables (sulfures, chlorures.etc).

La teneur en DCO mesurée au niveau de l'effluent est de 5920mg/l plus élevée, ceci signifie la présence de quantités énormes de composés organiques (détergents, matières fécales et qui peuvent être issus du lavage des machines au niveau la fromagerie étudié en utilisant des produit chimiques). Cependant ; après le traitement par Ultrafiltration, et d'après les résultats du tableau (III-15), la DCO résiduelle de l'effluent épuré a diminué lorsque la pression augmente de 1 bar (1420mg/l) à 4 bar (1023 mg/l). Ce phénomène signifie la rétention **partielle** des matières oxydable par notre procédé de filtration (UF) des effluents laitiers, mais ces valeurs restent toujours supérieures à la norme requise qui exige une valeur de la DCO inférieure à 120mg/l.

j) La variation de la DBO5

Les valeurs élevées de la DBO5 des échantillons avant est après le traitement sont tout à fait compréhensibles, car les rejets laitiers sont chargés en matières organiques

biodégradables. En effet ; nous avons remarqué que les valeurs de la DBO5 sont légèrement diminuées après l'Ultrafiltration donc le traitement assure la quantité de DBO5 nécessaire à la dégradation de matières organiques. Cette constatation nous indique que le traitement membranaire effectué sur l'effluent n'est pas acceptable, surtout si on considère que la norme exige une DBO5 de 40 mg/l.

j) Le rapport de la DCO / DBO5

Comme nous l'avons vu dans la bibliographie, le rapport DCO/DBO5 a une importance pour la définition de la chaîne d'épuration d'un effluent, il permet de qualifier la biodégradabilité d'un effluent.

En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO5 implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et, dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique. Donc d'après les résultats mentionnés sur le tableau (III-15), on constate que le rapport de la DCO/DBO5 pour :

L'effluent non filtré : $DCO/DBO5 = 2.96$

Le perméat récupéré à 1 bar : $DCO/DBO5 = 0,97$

Le perméat récupéré à 2 bar : $DCO/DBO5 = 0,99$

Le perméat récupéré à 3 bar : $DCO/DBO5 = 0,96$

Le perméat récupéré à 4 bar : $DCO/DBO5 = 0,97$

Le retentât : $DCO/DBO5 = 2,27$

On constate qu'à partir de ces valeurs, les perméats récupérés à 1 bar, 2 bars, 3bars et à 4 bars possèdent un rapport de DCO/DBO5 <2 ce qui conduit à conclure que ce sont des effluents facilement biodégradables et ils nécessitent un traitement biologique. Par contre ceux de l'effluent non filtré et de celui qui est retenu à l'intérieur de la cuve d'alimentation, possèdent un rapport de DCO/DBO5 supérieur à 2 et inférieur 4 ce qui implique que ce sont des effluent moyennement biodégradable ; mais, les valeurs de ces deux derniers effluents restent toujours faibles ce qui nous permet de leur envisager aussi un traitement biologique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- [1] R. BENNAI, B. ABBAD, A. Bestani (*Valorisation de l'argile de la région d'Aomar (Bouira) dans la filtration des eaux usées industriels sur des membranes tubulaires*), Mémoire de Master à l'université de BOUIRA 2016/2017
- [2] S. Kkemakhem, A.Larbot, R.Benamar (*new ceramic microfiltration membranes from Tunisian natural materials*).
- [3] S. Kkemakhem, A.Larbot, R.Benamar (*new ceramic microfiltration membranes from Tunisian natural materials*).
- [4] Iaich Soulaïmane, Messaoudi Lahcen (*Mise en point et caractérisation des membranes minérales de microfiltration déposés sur des supports céramiques tubulaires à base d'une argile Marocan naturelle*) *J.Enviro.sci.5(6)(2014)1808-1815*
<http://www.Jmaterevirosci.com>
- [5] MEINOK F, STOOFF H, KOHLSCHÜTTER H (1977). *Les eaux résiduaires industrielles*. Edition MASSON, Paris, 2^{ème} édition.
- [6] P.E.P CAPRIN –Pôle Expérience et Progrès caprin (2000). *La gestion de l'effluente fromagerie fermière*. FNADT, Rhône-Alpes, p 2.
- [7] *Contrôle des rejets liquides Issus des activités industrielles*, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable Laboratoire Régional Centre.
- [8] *Journal officiel de la république algérienne n° 26*

Conclusion
Générale

Conclusion Générale

Conclusion générale

Au cours de ce travail, nous avons réussi à élaborer une membrane de filtration sur des supports tubulaires à base d'une argile algérienne (Argile de la gare d'Aomar de la wilaya de Bouira), cette dernière est démontrée qu'elle est utilisable dans le domaine d'Ultrafiltration. De plus:

* Le test de perméabilité réalisé sur la membrane déposée à l'intérieur des supports tubulaires, a mis en évidence la porosité de l'ensemble (supports+ membrane) ainsi que la fiabilité de la membrane dans le domaine de l'Ultrafiltration.

* L'étude de l'efficacité de la membrane élaborée sur le traitement des effluents laitiers, montre que cette dernière donne des résultats meilleurs pour la rétention des matières en suspension (MES), des nitrates NO_3^- , des nitrites NO_2^- et des ions ammonium NH_4^+ ainsi que la rétention des phosphates PO_4^{3-} (*notons ici que pour la rétention des phosphate exige des pression appliquées inférieures ou égale à 3 bars*); par contre, les sels minéraux ne peuvent pas être retenus par notre membrane d'Ultrafiltration et ceci est expliqué par les valeurs les plus élevées pour la conductivité observée au niveau des perméats obtenus à différentes pression.

* Les résultats de la DCO et de la DBO5 ont montré leur importance pour la définition de la chaîne d'épuration nécessaire de notre effluent étudié ainsi que pour les perméats obtenus par la filtration membranaire réalisée dans cette

Conclusion Générale

étude. En effet ; le rapport de ces deux paramètres (DCO/DBO5) permet de qualifier la biodégradabilité de ces derniers dont lesquels nous avons constaté qu'à partir de nos résultats que les perméats récupérés à 1 bar, à 2 bars, 3 bars et 4 bars, sont des effluents facilement biodégradables et ils nécessitent un traitement biologique. Par contre ceux de l'effluent non filtré et de celui qui est retenu à l'intérieur de la cuve d'alimentation, sont des effluents moyennement biodégradable ce qui nous permet de leur envisager aussi un traitement biologique, a cause de leurs faible valeur du rapport DCO/DBO5.

Les Perspectives:

Puisque la membrane élaborée à base de l'argile d'Aomar, est une membrane d'Ultrafiltration, on se propose d'une part de la tester aussi dans la concentration de protéines, la clarification et stabilisation de moûts, jus, vins et aussi dans le traitement des effluents (saumure)

D'autre part, on se propose dans cette étude, de réaliser un décolmatage de la membrane déposée par un traitement chimique qui implique une séquence de lavages acide et basique, ainsi que des phases de rinçage. Ce décolmatage a pour but de limiter le colmatage irréversible de perméabilité et de prolonger la durée de vie de notre membrane.

Conclusion Générale
