
Rapport de stage [Individuel]

5^{ème} année

Study on the Removal Process of Ammonia Nitrogen Wastewater Based on Janus Membrane

Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences

457 Zhong shan Road, Scientific research, Dalian 116023 DALIAN, CHINE



Tuteur entreprise: YU Haijun

BA Deerhe

Foction: opérateur d'expérience

IMA

2022-2023

Tuteur académique:

PEETERS Pierre

Avertissement

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur
l'honneur de non plagiat.

Remerciements

Années 2022-2023

Je tiens à remercier M. Pierre, M.YU, M.CAO et tous les collègues du groupe DNL0905 pour leur aide, et ses conseils pour la réalisation de ce travail.

RÉSUMÉ

L'apparence des microbulles et leurs caractéristiques différentes des bulles ordinaires leur confèrent d'excellents avantages techniques et des perspectives d'application dans le traitement de l'eau et dans d'autres domaines. Avec le développement de l'urbanisation, le problème de plus en plus grave du traitement des eaux usées urbaines nécessite de toute urgence de nouvelles technologies. Cette expérience vise à explorer l'efficacité et les facteurs d'influence des microbulles générées par la méthode de stripping combinée à membrane Janus pour les solutions à haute teneur en azote ammoniacal et acides. Les microbulles créées sont utilisées pour renforcer le dispositif de décapage. Le dispositif de décapage est utilisé comme processus de prétraitement pour éliminer l'azote ammoniacal à haute concentration dans les eaux usées. Les caractéristiques de base des microbulles ont été étudiées, les efficacités de dénitrification et de désacidification du décapage amélioré par microbulles et des processus de décapage traditionnels ont été comparées, et le mécanisme de décapage amélioré par microbulles pour éliminer l'azote ammoniacal a été analysé ; en discutant de l'influence des principaux facteurs sur l'efficacité de l'élimination de l'azote ammoniacal. , pour obtenir les meilleures conditions de traitement, et enfin combiner cette technologie avec un procédé biochimique pour la recherche de l'élimination de l'azote ammoniacal dans l'eau.

ABSTRACT

The appearance of microbubbles and their characteristics different from ordinary bubbles make them show excellent technical advantages and application prospects in water treatment and other fields. With the development of urbanization, the increasingly serious problem of urban wastewater treatment urgently needs new technologies. This experiment aims to explore the efficiency and influencing factors of the microbubbles generated by the Janus membrane combination stripping method for high ammonia nitrogen and acidic solutions. Self-made microbubbles are used to strengthen the The stripping device is used as a pretreatment process to remove high-concentration ammonia nitrogen in wastewater. The basic characteristics of microbubbles were investigated, the denitrification and deacidification efficiencies of microbubble enhanced stripping and traditional stripping processes were compared, and the mechanism of microbubble enhanced stripping to remove ammonia nitrogen was analyzed; by discussing the influence of main factors on ammonia nitrogen removal efficiency , to obtain the best treatment conditions, and finally combine this technology with biochemical process for the research of ammonia nitrogen removal in water.

Liste des figures

Figure 1. Valeurs d'absorbance de différentes concentrations de solutions étalons d'azote ammoniacal.....	17
Figure 2. Micro bulles dans la tour de stripping.....	17
Figure 3. Dispositif de stripping simulé (tour de soufflage, pompe à eau, membrane de séparation Janus, bouteille de stockage d'eau).....	18
Figure 4. Valeurs d'absorbance de différentes concentrations de solutions étalons d'azote ammoniacal.....	22
Figure 5. Spectrophotomètre LH-3BA de Lianhua Technology Co., Ltd.....	23
Figure 6. Shanghai Leici Instrument Co., Ltd. PHSJ-3F PH-mètre de laboratoire.....	24
Figure 7. Valeurs d'absorbance de différentes concentrations de solutions étalons d'azote ammoniacal.....	25
Figure 8. Comparaison des efficacités d'élimination de différents tensioactifs.....	26
Figure 9. Effet de la méthode d'aération sur l'efficacité du décapage (1 g de tensioactif dodécylbenzènesulfonate de sodium).....	27
Figure 10. Effet de la méthode d'aération sur l'efficacité du décapage (Sans tensioactif).....	27
Figure 11. Effet du tensioactif sur l'efficacité du décapage (Méthode du disque d'aération).....	28
Figure 12. Effet des tensioactifs sur l'efficacité du décapage (méthode des microbulles).....	28

Liste des Tableaus

Tableau 1.Taux de dissociation de l'azote ammoniacal à différents PH et températures	13
Tableau 2.Comparaison des caractéristiques des appareils de soufflage	16
Tableau 3. Valeurs d'absorbance de différentes concentrations de solutions étalons d'azote ammoniacal.....	19
Tableau 4. Valeurs d'absorbance de différentes concentrations de solutions étalons d'azote ammoniacal.....	19
Tableau 5. Valeurs d'absorbance de différentes concentrations de solutions étalons d'azote ammoniacal.....	21
Tableu 6. Effet du traitement à l'azote ammoniacal.....	25

Glossaire

ppm : ppm signifie parties par million. Il s'agit d'une fraction massique ou volumique. Il est utilisé pour exprimer la concentration. Il y a un milligramme de substance b dans un kilogramme de substance a, et la concentration de la substance b est de 1 ppm.

Le traitement de l'eau par membrane: (ou ultrafiltration, ou nanofiltration) est un procédé de purification de l'eau qui utilise des membranes microporeuses dont la propriété est de ne laisser filtrer que les particules dont la dimension est inférieure à la taille des pores de la membrane.

La membrane Janus: A new configuration that has asymmetric wettability in both sides. In other words, one side is hydrophilic and the other side is hydrophobic or omniphobic.

La rapport gaz-liquide (GLR): Le rapport d'un volume de gaz divisé par un volume de liquide à la même température et pression.

Réactif de Nessler: Un réactif utilisé pour déterminer la teneur en azote ammoniacal de l'air et de l'eau en utilisant le principe de la spectrophotométrie ultraviolet-visible.

Tensioactif: Un tensioactif ou agent de surface ou surfactant (mot emprunté à l'anglais) est un composé qui modifie la tension superficielle entre deux surfaces.

Sommaire

Avertissement	2
Remerciements	3
Liste des figures	5
Liste des Tableaus	6
Glossaire	7
Introduction	9
Contexte du stage	9
Motivation au stage	9
Objectifs du stage	9
Titre du stage	10
La institution de stage	11
La missions du stage	12
Contexte technique expérimental	12
Analyse des effets de différents facteurs d'influence sur l'efficacité de la méthode de décapage	13
Objectif expérimental	17
Le déroulé de la mission	18
conception expérimentaleconception expérimentale	18
Résultats expérimentaux et discussion	25
Remarques sur l'expérience	29
Discussion sur la méthode	29
Conclusion	30

Introduction

Contexte du stage

Ces dernières années, le problème de la pollution de l'eau est devenu de plus en plus grave et les gens sont confrontés à des problèmes de plus en plus graves en matière d'eau potable. Avec l'avancement continu de l'urbanisation, le nombre et la taille des villes continuent d'augmenter, le nombre de populations urbaines augmente fortement et la quantité d'eaux usées générées par la vie et la production urbaines augmente également d'année en année, ce qui est devenu un élément très important. du domaine du traitement de la pollution des eaux. Les eaux usées domestiques sont très différentes des autres types d'eaux usées et d'eaux usées : elles contiennent de nombreux polluants difficiles à décomposer, ce qui peut facilement conduire à l'eutrophisation des masses d'eau naturelles[1].

Motivation au stage

Grâce à mes études, j'ai réalisé que la technologie de traitement de l'eau par membrane est plus adaptée au traitement des eaux usées domestiques et peut répondre aux besoins de traitement des eaux usées domestiques en termes de matières organiques. Grâce à la compréhension du projet de l'Institut de physique chimique de Dalian, je me suis davantage intéressé à la technologie des membranes et je souhaite apprendre plus en profondeur la technologie du traitement de l'eau grâce à ce stage. La technologie de traitement de l'eau par membrane est le produit de l'intégration de la technologie membranaire et de la biotechnologie. Elle n'implique pas de réactions chimiques et il n'est pas facile de provoquer une pollution secondaire lors du traitement des polluants dans les plans d'eau. Il s'agit d'une technologie de traitement de l'eau plus respectueuse de l'environnement. La technologie de traitement de l'eau par membrane bénéficie de la participation conjointe de la technologie membranaire et de la biotechnologie, qui peuvent réaliser efficacement le contrôle des polluants organiques et inorganiques dans les plans d'eau, un meilleur effet de purification sur les plans d'eau et une meilleure qualité des eaux usées, qui appartiennent à la technologie de traitement de l'eau. Une classe de traitement en profondeur. Le traitement avancé est une nouvelle exigence dans le domaine du traitement de l'eau ces dernières années. Il s'agit principalement de coopérer avec la réutilisation de l'eau récupérée, d'améliorer encore le taux d'utilisation des ressources en eau, de réduire le gaspillage des ressources en eau et la qualité des effluents. Le traitement par la technologie de traitement de l'eau par membrane est meilleur. Élevé, conforme aux exigences du traitement avancé.

Objectifs du stage

Grâce à la communication avec le professeur Yu, nous avons formulé un projet visant à utiliser la membrane de séparation Janus pour préparer des microbulles afin de renforcer l'élimination de l'azote ammoniacal dans les eaux usées. Grâce à ce projet de recherche, nous étudierons systématiquement l'influence de la composition des eaux usées, de la

structure du module membranaire, de la différence de pression de phase gaz-liquide, du rapport gaz-liquide, etc. sur l'effet d'élimination de l'azote ammoniacal dans des conditions de microbulles, dans l'espoir de développer un ensemble de solutions efficaces. technologie de soufflage d'azote ammoniacal.

Titre du stage

Le titre du stage est "Recherche sur le processus amélioré d'élimination des eaux usées à l'azote ammoniacal basé sur la membrane Janus"("Study on the Removal Process of Ammonia Nitrogen Wastewater Based on Janus Membrane").

La institution de stage

L'Institut de physique chimique de Dalian, Académie chinoise des sciences (ci-après dénommé « DICP ») a été fondé en mars 1949. L'Institut de physique chimique de Dalian est un institut de recherche complet qui attache une grande importance à la recherche fondamentale et aux applications techniques et mène des recherches technologiques. et la transformation des applications. Au cours des 70 dernières années depuis sa création, l'Institut de physique chimique de Dalian a progressivement formé ses propres caractéristiques de recherche scientifique grâce à une accumulation et un ajustement continus.

Les domaines clés de l'Institut de physique chimique de Dalian sont : la chimie catalytique, la chimie de l'ingénierie, la dynamique des réactions chimiques et moléculaires, la chimie analytique moderne et la biotechnologie.

L'Institut de physique chimique de Dalian compte 21 laboratoires de recherche (départements) et 1 plateforme de recherche. Il existe deux laboratoires nationaux clés et plusieurs plateformes d'innovation scientifique et technologique au niveau national; 5 laboratoires au niveau de l'Académie chinoise des sciences. En outre, l'Institut de physique chimique de Dalian a créé conjointement plus d'une douzaine d'institutions de recherche coopératives internationales telles que DICP-BP et DICP-SABIC avec de célèbres universités, entreprises et instituts de recherche étrangers.

Mon département est le Département de conservation de l'énergie et de recherche environnementale, DNL0905, Groupe de recherche sur les technologies des nouvelles membranes. Les domaines de recherche comprennent : la recherche et le développement de matériaux membranaires, le processus de formation de membranes polymères et la recherche sur de nouvelles membranes de séparation, la recherche sur les mécanismes de transfert de masse dans le processus de séparation membranaire, l'application de la séparation membranaire et la recherche technologique d'intégration. L'équipe de recherche a réalisé de nombreuses réalisations dans le domaine des membranes d'osmose inverse, des membranes d'ultrafiltration, des membranes de microfiltration, des membranes de séparation de gaz et des membranes de séparation de liquides. Dans le contexte de la résolution de problèmes majeurs tels que la récupération des ressources, la pollution de l'environnement et la conservation de l'énergie, et avec le développement de matériaux membranaires comme orientation principale, la recherche sur la théorie de la formation de membranes polymères et le transfert de masse du processus de séparation par membrane, en se concentrant sur le développement de nouvelles membranes de séparation et le développement de processus intégrés de séparation par membrane, a entrepris un certain nombre de plans nationaux de recherche et de développement et a coopéré avec un certain nombre d'entreprises chinoises et étrangères pour mener à bien un certain nombre de projets d'industrialisation. Les dispositifs à membrane de séparation développés et les ensembles complets de technologies ont été appliqués avec succès à des entreprises telles que Petronas, CNOOC, Yanchang Group, Hainan Cheng. De nombreuses entreprises nationales et étrangères, dont Maisanyou Energy Co., Ltd., ont reçu une large attention et une grande reconnaissance dans le pays et à l'étranger pour leurs recherches.

(<https://www.dicp.ac.cn/>)

La missions du stage

Contexte technique expérimental

À l'heure actuelle, avec le développement rapide des engrais chimiques, de la pétrochimie et d'autres industries, les eaux usées à haute teneur en azote ammoniacal qui en résultent sont également devenues l'un des facteurs restrictifs pour le développement de l'industrie. À l'heure actuelle, avec le développement rapide des engrais chimiques, de la pétrochimie et d'autres industries, les eaux usées à haute teneur en azote ammoniacal qui en résultent sont également devenues l'un des facteurs restrictifs pour le développement de l'industrie[1].

Les eaux usées d'azote ammoniacal proviennent principalement des engrais chimiques, de la cokéfaction, de la pétrochimie, des produits pharmaceutiques, de l'alimentation, des décharges, etc.

Le rejet d'une grande quantité d'eaux usées d'azote ammoniacal dans la masse d'eau entraînera non seulement l'eutrophisation de la masse d'eau, rendra la masse d'eau noire et malodorante, augmentera la difficulté et le coût du traitement de l'approvisionnement en eau, et aura même des effets toxiques sur personnes et organismes.

Selon des rapports, en 2001, il y a eu jusqu'à 77 marées rouges dans les zones maritimes chinoises. L'azote ammoniacal est l'une des principales causes de pollution, en particulier la pollution causée par les eaux usées à forte concentration d'azote ammoniacal. Par conséquent, le contrôle économique et efficace de la pollution de l'azote ammoniacal à haute concentration est devenu un sujet de recherche important pour les travailleurs actuels de la protection de l'environnement et a été très apprécié par les personnes de l'industrie de la protection de l'environnement[2].

La formation générale d'eaux usées contenant de l'azote ammoniacal est causée par la coexistence d'eau ammoniacale et d'ammoniac inorganique. Généralement, la principale source d'azote ammoniacal dans les eaux usées avec un PH supérieur à la neutralité est l'action conjointe de l'ammoniac inorganique et de l'eau ammoniacale. L'azote ammoniacal dans les eaux usées est dans des conditions acides Principalement due à l'ammoniac inorganique. Il existe deux principaux composants de l'azote ammoniacal dans les eaux usées, l'un est l'azote ammoniacal formé par l'eau ammoniacale et l'autre est l'azote ammoniacal formé par l'ammoniac inorganique, principalement le sulfate d'ammonium, le chlorure d'ammonium, etc[3].

Il existe des méthodes biologiques pour le traitement des eaux usées contenant de l'azote ammoniacal (les procédés de dénitrification traditionnels et nouveaux comprennent l'A/O, la méthode des boues activées en deux étapes, le traitement biologique aérobie à forte oxydation, la nitrification et la dénitrification à courte portée, la méthode de décapage par ultrasons pour le traitement de l'azote ammoniacal, etc.) Et divers procédés de traitement de méthodes physiques et chimiques (méthode de stripping, méthode de désamination de zéolithe, technologie de séparation membranaire, méthode de précipitation MAP, méthode d'oxydation chimique), etc.

Dans ce travail, nous étudions principalement l'application de la méthode de stripping combinée par microbulles dans le traitement des eaux usées à haute concentration d'ammoniac et d'azote.

Analyse des effets de différents facteurs d'influence sur l'efficacité de la méthode de décapage

Compte tenu des facteurs d'influence du processus de stripage, nous pouvons savoir que l'efficacité du processus de stripage pour le traitement des eaux usées à l'azote ammoniacal à haute concentration est principalement affectée par des facteurs tels que la valeur du PH, la température, le rapport gaz-liquide, le débit de gaz et le débit initial. concentration en consultant les données précédentes.

Comme pour la technologie de stripage, l'ordre d'influence sur l'effet de stripage est le suivant : Valeur de PH > Rapport gaz-liquide > Température > Charge hydraulique > Charge d'azote ammoniacal. Lorsque la valeur du PH est comprise entre 10 et 11, la charge en azote ammoniacal, le rapport gaz-liquide et la charge hydraulique n'ont pas d'effet significatif sur l'efficacité du stripage, et la charge en azote ammoniacal a peu d'importance. Lorsque la température de l'eau est de 27-30 °C, la température de l'air est de 25-27 °C et la charge d'azote ammoniacal affluent est de 24.46-80.38 kg/m²·m³, le PH est de 11.0, le rapport gaz-liquide est de 3300, et la charge hydraulique est de 2,24m³/m²·h. Dans ces conditions, un meilleur effet d'extraction peut être obtenu, la concentration d'azote ammoniacal dans l'effluent est inférieure à 20mg/L, et le taux d'élimination de l'azote ammoniacal peut atteindre plus de 98 %[3].

Grâce à la recherche expérimentale existante, il a été constaté que les facteurs clés contrôlant l'efficacité de l'extraction sont le rapport gaz-liquide, la valeur du PH et la température. Les résultats montrent que lorsque le PH est de 10 - 13 et que la température est de 30-50°C, le taux d'extraction de l'azote ammoniacal est de 70.3 % à 99.3 %[3].

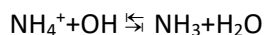
Lorsque la température de l'eau est supérieure à 25 °C, le rapport gaz-liquide est d'environ 3500 et la valeur du PH est d'environ 10.5, le taux d'élimination du lixiviat de décharge avec une concentration d'azote ammoniacal aussi élevée que 2000-4000 mg / L peut atteindre plus de 90 %. Une tour d'extraction à contre-courant est utilisée pour souffler les eaux usées à haute concentration d'ammoniac et d'azote, et l'efficacité de l'extraction augmente avec l'augmentation de la valeur du PH ; plus le rapport gaz-liquide est élevé, plus la force motrice pour l'extraction de l'ammoniac et le transfert de masse est grande, et l'efficacité de décapage augmente également.

PH	20°C	30°C	35°C
9.0	25	50	58
9.5	60	80	83
10.0	80	90	93
11.0	98	98	98

Tableau 1. Taux de dissociation de l'azote ammoniacal à différents PH et températures

1. PH

La majeure partie de l'azote ammoniacal présent dans l'eau existe dans un état d'équilibre entre les ions ammoniac (NH₄⁺) et l'ammoniac libre (NH₃). Sa relation d'équilibre est la suivante :



Affecté par la valeur du PH, lorsque la valeur du PH est élevée, l'équilibre se déplace vers la droite et la proportion d'ammoniac libre est plus grande. Lorsque la valeur du PH est d'environ 11, l'ammoniac libre représente environ 90 %.

2. Température

La répartition en pourcentage entre l'ammoniac et les ions ammoniac peut être calculée par la formule suivante :

$$K_a = K_w / K_b = (\text{CNH}_3 \text{ CH}^+) / \text{CNH}_4^+$$

Dans la formule :

K_a — la constante d'ionisation de l'ion ammoniac ;

K_w — la constante d'ionisation de l'eau ;

K_b — la constante d'ionisation de l'eau ammoniacale ;

C — concentration de la substance

On peut voir que la valeur du PH est l'un des principaux facteurs affectant le pourcentage d'ammoniac libre dans l'eau. De plus, la température affectera également l'équilibre de la formule de réaction : à mesure que la température augmente, l'équilibre se déplacera vers la droite. Les données montrent que lorsque la valeur du PH est supérieure à 10, le taux de dissociation est supérieur à 80 % et que lorsque la valeur du PH atteint 11, le taux de dissociation atteint 98 % et est peu affecté par la température[4].

3. Rapport gaz-liquide

Rapport gaz-liquide : fait référence au rapport volumique de l'air (vapeur) et de l'objet de décapage (eaux usées contenant de l'ammoniac).

Deux facteurs affectent le transfert du gaz ammoniac de l'eau vers l'atmosphère : l'un est la tension superficielle à l'interface eau-air ; l'autre est que la différence de concentration d'ammoniac à l'interface a la tension superficielle la plus faible, et la libération de l'ammoniac gazeux est le plus important. Si des gouttelettes d'eau se forment, l'augmentation du transfert d'ammoniac gazeux sera faible. Par conséquent, la formation répétée de gouttelettes d'eau contribue à l'élimination de l'ammoniac.

La différence de concentration d'azote ammoniacal dans l'eau et dans l'atmosphère est la force motrice du transfert d'ammoniac gazeux. Pour minimiser la concentration d'azote ammoniacal dans l'environnement autour des gouttelettes d'eau, l'air doit circuler rapidement. L'agitation des gouttelettes d'eau avec de l'air contenant de faibles concentrations d'ammoniac gazeux contribue à accélérer la libération d'ammoniac.

Pour une certaine quantité d'eaux usées, l'augmentation de la quantité de gaz augmentera la force motrice du transfert de masse, ce qui favorise le stripping et l'élimination de l'azote ammoniacal. Cependant, si le volume de gaz est trop important et la vitesse du gaz est trop élevée, cela affectera l'écoulement normal des eaux usées le long du remplisseur ou même ne parviendra pas à s'écouler, ce qui provoquera une inondation de liquide. Par conséquent, pour une certaine quantité d'eaux usées, le rapport liquide-gaz minimum est contrôlé par la vitesse du gaz d'inondation du liquide ; cependant, lorsque l'afflux d'eau est faible, une grande quantité d'énergie sera consommée, de sorte que le

processus général de traitement de l'azote ammoniacal contrôle le rapport gaz-liquide à environ 3000.

4. Délaissez-vous du temps

La réduction du temps de soufflage est bénéfique pour accélérer la vitesse de réaction, augmenter la capacité de traitement et réduire le volume de l'équipement. En comparant les données du lixiviat de décharge traité par méthode de soufflage dans la littérature, la valeur du PH de la section de soufflage est de 11, le rapport gaz-liquide est de 2 000 à 2 300, le temps de soufflage est de 9 heures et les conditions de réaction atteignent la meilleure efficacité de soufflage pour atteindre 52.0 % ;

Le lixiviat de décharge est traité par soufflage d'un processus aérobique anoxique en deux étapes. Le lixiviat de décharge est extrait d'une décharge à Hong Kong. La concentration d'azote ammoniacal est de 1400 mg/L, la valeur du PH est de 9.5 et le temps de soufflage est de 12 heures. Après soufflage, l'azote ammoniacal. Le taux d'élimination est de 60 % ;

Le lixiviat de décharge est évacué par le vent, la concentration d'azote ammoniacal dans l'influent est de 1800 mg/L, la valeur optimale du PH est de 11, le rapport gaz-liquide optimal est de 360 : 1, le volume d'air est de 3.0 L/min, le temps de soufflage est de 1 h et l'efficacité d'élimination peut atteindre 88.75 % [5].

Il en ressort que le temps d'évacuation optimal pour les mêmes eaux usées est également très différent, ce qui peut être dû aux différents matériaux de remplissage utilisés et à la rationalité de la conception de l'appareil. Les opérations de traitement et de contrôle peuvent être bien réalisées.

La méthode de soufflage utilise généralement deux types d'équipements, le bassin de soufflage (appelé aussi « bassin d'aération ») et la tour de soufflage. Cependant, la piscine de décapage occupe une grande surface et est facile à polluer l'environnement, de sorte que le décapage des gaz toxiques adopte tous des équipements de tour. La principale caractéristique de la tour de décapage à garnissage dans l'équipement de la tour est d'installer une couche de garnissage d'une certaine hauteur dans la tour, de sorte que la tour à garnissage avec une grande surface puisse atteindre un contact complet entre le gaz et le liquide. Les charges courantes comprennent le nid d'abeilles en papier, les anneaux Raschig, les anneaux Pall en polypropylène, les sphères creuses à multiples facettes en polypropylène, etc. Les eaux usées sont soulevées jusqu'au sommet de la tour à garnissage et distribuées sur toute la surface du garnissage. L'eau s'écoule vers le bas à travers le garnissage et circule à contre-courant avec le flux d'air. Avant que les eaux usées ne quittent la tour, le composant ammoniac est partiellement épuré, mais le PH de l'eau d'alimentation doit être maintenu. La valeur ne change pas. La pression partielle de l'ammoniac dans l'air augmente avec le degré d'élimination de l'ammoniac et diminue avec l'augmentation du rapport air-eau.

Les équipements de décapage couramment utilisés comprennent un réservoir de décapage par aération, une tour de décapage à l'air et une tour de distillation à la vapeur. La différence entre les dispositifs utilisés affectera également l'effet du décapage à l'ammoniac. Les caractéristiques de ces dispositifs de décapage sont comparées dans le tableau ci-dessous.

Dispositif de soufflage	Cuve de décapage par aération	Tour de décapage à l'air			Colonne de distillation à la vapeur
		Tour de refroidissement	Tour de plaque	Tour remplie	
Dimensions	Généralement rectangulaire	Tour à colonnes	Tour à colonnes	Tour à colonnes	Tour à colonnes
Efficacité de l'élimination de l'azote	Faible	Un peu haut	Haut	Haut	Le plus haut
Consommation d'énergie	Haut	Faible	Un peu haut	Un peu faible	Haut
Gestion d'opération	La structure de l'appareil est simple, le fonctionnement et la gestion sont pratiques et le coût est élevé	La structure de l'appareil est simple, le fonctionnement et la gestion sont pratiques et le coût est faible	La structure de l'appareil est relativement compliquée, le fonctionnement et la gestion sont peu pratiques et le coût est élevé	La structure de l'appareil est relativement compliquée, le fonctionnement et la gestion sont pratiques et le coût est un peu élevé	La structure de l'appareil est compliquée, le fonctionnement et la gestion sont peu pratiques et le coût est élevé
Problèmes existants	Il occupe une grande surface et les gaz d'échappement ne peuvent pas être collectés et traités, provoquant une pollution secondaire	Faible efficacité, l'évacuation des gaz résiduels est difficile à collecter et à traiter, provoquant une pollution secondaire	La capacité d'adaptation aux changements de qualité et de volume d'eau est faible, la résistance dans la tour est un peu élevée et la consommation d'énergie est un peu élevée	L'investissement est un peu important, l'emballage est facile à mettre à l'échelle et à bloquer, et doit être nettoyé	Le dispositif est compliqué, l'investissement est important, les exigences de maintenance et de gestion sont élevées et le coût est élevé

Tableau 2. Comparaison des caractéristiques des appareils de soufflage[5][6][7]

Les avantages et les inconvénients du processus de stripage : la méthode de stripage a un meilleur effet d'élimination de l'azote ammoniacal, et est facile à utiliser et facile à contrôler. L'acide sulfurique peut être utilisé comme absorbant pour l'azote ammoniacal extrait, et le sulfate de plomb généré peut être utilisé comme engrais. La méthode de décapage est une technologie de dénitrification physique et chimique couramment utilisée à l'heure actuelle. Cependant, le processus d'extraction de l'azote ammoniacal à haute concentration présente certains inconvénients, tels qu'un encrassement fréquent dans la tour d'extraction, une faible efficacité d'élimination de l'azote ammoniacal à basse température et une pollution secondaire causée par le gaz extrait. La méthode d'extraction est généralement utilisée en combinaison avec d'autres méthodes de traitement des eaux

usées à l'azote ammoniacal, et la méthode d'extraction est utilisée pour traiter les eaux usées à forte concentration d'azote ammoniacal.

Objectif expérimental

Dans mon travail expérimental, mon superviseur et moi avons décidé d'utiliser la méthode des microbulles combinée à la méthode de stripping pour traiter les eaux usées à forte concentration d'ammoniac et d'azote. Nous avons d'abord étudié les caractéristiques de base des microbulles. Nous avons conçu des expériences pour comparer l'efficacité de dénitrification des procédés de stripage améliorés par microbulles et de stripage traditionnels, et analysé le mécanisme de stripage amélioré par microbulles pour éliminer l'azote ammoniacal. Grâce à des expériences, nous avons analysé l'impact de différents principaux facteurs sur l'influence de l'efficacité d'élimination de l'azote ammoniacal, pour obtenir les meilleures conditions de traitement de l'azote ammoniacal.



Figure 1. Module de membrane de séparation constitué de la membrane Janus
(BA Deerhe, DICP, 25/06/2023)

Grâce à l'expérience de comparaison du soufflage amélioré par microbulles et du soufflage traditionnel, il a été constaté que l'efficacité d'élimination de l'azote du processus de soufflage amélioré par microbulles est d'environ 10 % supérieure à celle du soufflage traditionnel. L'existence de micro-bulles augmente la surface de contact entre les deux phases gaz-liquide et améliore l'efficacité du transfert de masse entre les deux phases gaz-liquide. Les molécules de NH_3 se diffusent dans l'air ambiant en raison de la forte différence de pression partielle d'ammoniac à l'intérieur et à l'extérieur la membrane et souffler hors de la tour avec le flux d'air[8].



Figure 2. Micro bulles dans la tour de stripping (BA Deerhe, DICP, 05/07/2023)

Cette recherche se concentre sur le traitement difficile des eaux usées à haute teneur en ammoniac et en azote. L'objectif est d'utiliser l'efficacité de transfert de masse élevée des microbulles pour améliorer l'efficacité d'élimination de l'azote du processus de stripping traditionnel et d'établir une bonne base pour le traitement biologique ultérieur de déchets liquides. Il a une certaine valeur d'ingénierie.

Le déroulé de la mission

conception expérimentaleconception expérimentale

Dans cette pratique, nous avons conçu deux séries d'expériences pour étudier l'efficacité d'élimination de l'azote ammoniacal dans l'eau et l'efficacité de réduction du stripping de la solution acide par la méthode de stripping combinée à microbulles.

Afin de mettre en place un dispositif expérimental adapté, avec l'aide de notre instructeur et de nos collègues, nous avons construit un petit dispositif de stripping simulant une tour de stripping, qui se compose d'une tour de stripping (capacité 5L), d'une pompe à eau, d'une membrane de séparation Janus. appareil et une bouteille de stockage d'eau.



Figure 3. Dispositif de stripping simulé (Tour de soufflage, pompe à eau, membrane de séparation Janus, bouteille de stockage d'eau) (BA Deerhe, DICP, 27/06/2023)

Les paramètres de traitement des échantillons d'eau se réfèrent à la valeur de l'azote ammoniacal du lixiviat de décharge, qui est fixé à 1 700 ppm. Il est préparé à partir de chlorure d'ammonium pur de haute qualité NH_4Cl et d'eau désionisée. Après un pré-test, la perte du système et l'évaporation de la vapeur d'eau L'appareil a besoin de 7 L d'eau pour fonctionner, ce qui est approximativement égal à l'eau selon la densité de la solution, donc dans cette expérience, la concentration de 1 ppm est égale à 1 mg/l. La concentration de 1700 ppm équivaut à 1.7 g d'ammoniaque par litre de solution. Selon l'équation chimique du

chlorure d'ammonium et de l'hydroxyde de sodium, nous pouvons obtenir 7 litres d'eau et devons ajouter 37.45 g de chlorure d'ammonium.

PH	Concentration d'ammoniac	Quantité d'eau	Tensioactif	NH ₃ masse molaire	NH ₄ CL masse molaire	NaOH masse molaire
11	1700ppm	7L	Tween 80	17 g/mol	53.5 g/mol	40 g/mol

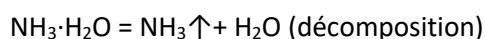
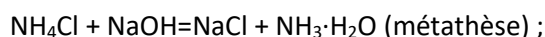
Tableau 3. Valeurs d'absorbance de différentes concentrations de solutions étalons d'azote ammoniacal

Les conditions expérimentales sont les suivantes :

Parce que la concentration d'azote ammoniacal est de 1 700 ppm = 1 700 mg/L = 1.7 g/L.

La masse molaire du NH₃ est 17g/mol, $1.7 \div 17 = 0.1$ mol/L

Puisqu'il y a 7 litres d'eau, la quantité d'espèces NH₃ est de 0.7 mole



La quantité de substance de NH₄Cl est également de 0.7 mol, $0.7 \times 53.5 = 37.45$ g.

La quantité de substance NaOH est de 0.7 mol, $0.7 \times 40 = 28$ g.

PH	Quantité d'eau	Tensioactif	NH ₄ CL masse	NaOH masse
11	7L	Tween 80 0.5-1g	37.45 g	28 g

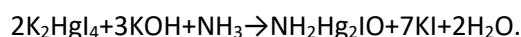
Tableau 4. Valeurs d'absorbance de différentes concentrations de solutions étalons d'azote ammoniacal

Afin de vérifier la concentration d'azote ammoniacal, nous avons utilisé le réactif de Nessler pour mesurer l'azote ammoniacal dans l'eau par spectrophotométrie.

Principe de spectrophotométrie des réactifs de Nessler et formule de réaction.

La solution alcaline d'iodure mercurique et d'iodure de potassium réagit avec l'ammoniac pour former un composé colloïdal jaune-brun clair. La chromaticité est proportionnelle à la teneur en ammoniac et en ammoniac. Habituellement, son absorbance peut être mesurée dans la plage de longueurs d'onde de 410 à 425 nm. calculer son contenu.

Formule de réaction :



Principaux instruments : fiole jaugée de 1000 ml ; tube colorimétrique bouché de 50 ml ; spectrophotomètre ; PH-mètre.

Réactifs : solution d'acide chlorhydrique 1mol/L ; solution d'hydroxyde de sodium 1mol/L ; solution d'absorption ; réactif de Nessler ; solution de tartrate de sodium et de potassium ; solution mère étalon d'ammonium ; solution d'utilisation étalon d'ammonium. L'eau utilisée pour préparer les réactifs était de l'eau désionisée sans ammoniaque.

Étapes de mesure

(1) Prétraitement des échantillons d'eau.

Les échantillons d'eau incolore et claire peuvent être mesurés directement ; les échantillons d'eau présentant une saturation plus élevée, une turbidité et des substances plus interférentes doivent subir des étapes de prétraitement telles que la distillation ou la précipitation par floculation.

(2) Préparez la solution étalon d'azote ammoniacal et tracez la courbe d'étalonnage de l'absorbance.

Pipeter 0 ml, 0.50 ml, 1.00 ml, 3.00 ml, 5.00 ml, 7.00 ml et 10.00 ml de solution étalon d'ammonium dans un tube colorimétrique de 50 ml, ajouter de l'eau jusqu'à la ligne marquée, ajouter 1.0 ml de solution de tartrate de potassium et de sodium et bien mélanger. Ajouter 1.5 ml de réactif de Nessler et bien mélanger. Après 10 minutes de repos, mesurez l'absorbance à une longueur d'onde de 420 nm avec une cuvette avec un trajet optique de 10 mm et de l'eau comme référence. Après avoir soustrait l'absorbance du tube blanc à concentration nulle de l'absorbance mesurée, l'absorbance corrigée (comme indiqué dans le tableau) est obtenue et la courbe d'étalonnage (comme indiqué sur la figure) est tracée.

1 : Solution étalon d'azote ammoniacal

(1) Solution mère étalon d'azote et d'hélium, pN=1 000 µg/ml.

Pesez 3.8190 g de chlorure d'ammonium (NH_4Cl , super pur, sec à 100~105°C pendant 2h), dissolvez-le dans l'eau, transférez-le dans une fiole jaugée de 1000 ml, diluez jusqu'à la ligne marquée et conservez-le à 2~5° C pendant 1 mois.

(2) Solution de travail étalon d'azote ammoniacal, pN = 10 µg/ml.

Prélever 5.00 ml de solution mère étalon d'azote ammoniacal (1) dans une fiole jaugée de 500 ml et diluer jusqu'au trait. Préparez-vous juste avant utilisation.

(3) Le réactif de Nessler peut être préparé par l'une des méthodes suivantes.

(3.1) Solution de dichlorure de mercure-iodure de potassium-hydroxyde de potassium ($\text{HgCl}_2\text{-KI-KOH}$)

Pesez 15.0 g d'hydroxyde de potassium (KOH), dissolvez-le dans 50 ml d'eau et laissez-le refroidir à température ambiante.

Pesez 5.0 g d'iodure de potassium (KI), dissolvez-le dans 10 ml d'eau, ajoutez 2.50 g de poudre de dichlorure mercurique (HgCl_2) à la solution d'iodure de potassium plusieurs fois sous agitation, jusqu'à ce que la solution devienne jaune foncé ou que les précipités rouge clair se dissolvent lentement, complètement agité et mélangé, et remplacé goutte à goutte par une solution saturée de dichlorure mercurique, lorsqu'une petite quantité de précipité vermillon est apparue et n'a plus été dissoute, arrêter l'addition goutte à goutte.

Sous agitation, ajoutez lentement la solution d'hydroxyde de potassium refroidie à la solution mixte ci-dessus de dichlorure mercurique et d'iodure de potassium, et diluez à 100 ml, laissez reposer dans l'obscurité pendant 24 heures, versez le surnageant et conservez-le

dans une bouteille en polyéthylène. dans un endroit sombre, bien fermé par un bouchon en caoutchouc ou une capsule en polyéthylène, il est stable 1 mois.

(3.2) Solution d'iodure de mercure-iodure de potassium-hydroxyde de sodium ($\text{HgI}_2\text{-KI-NaOH}$)

Pesez 16,0 g d'hydroxyde de sodium (NaOH), dissolvez-le dans 50 ml d'eau et laissez-le refroidir à température ambiante.

Peser 7,0 g d'iodure de potassium (KI) et 10,0 g d'iodure de mercure (HgI_2), dissoudre dans l'eau, puis ajouter lentement cette solution aux 50 ml de solution d'hydroxyde de sodium ci-dessus sous agitation et diluer à 100 ml avec de l'eau. A conserver dans des flacons en polyéthylène, bien fermés avec des bouchons en caoutchouc ou des capsules en polyéthylène, et conservés dans un endroit sombre, valable 1 an.

(4) Solution de tartrate de sodium et de potassium, $p=500$ g/L.

Peser 50,0 g de tartrate de potassium et de sodium ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) et le dissoudre dans 100 ml d'eau, porter à ébullition pour éliminer l'ammoniac, laisser refroidir complètement et diluer à 100 ml.

2 : Courbe d'étalonnage

Dans huit tubes colorimétriques de 50 ml, ajoutez respectivement 0,00, 0,50, 1,00, 2,00, 4,00, 6,00, 8,00 et 10,00 ml de solution de travail standard d'azote ammoniacal (2), et les teneurs en azote ammoniacal correspondantes sont de 0,0, 5,0, 10,0, 20,0, 40,0, 60,0, 80,0 et 100 μg , ajouter de l'eau jusqu'au trait marqué. Ajouter 1,0 ml de solution de tartrate de potassium et de sodium (4), bien agiter, puis ajouter 1,5 ml de réactif de Nessler (3.1) ou 1,0 ml (3.2), bien agiter. Après 10 minutes de repos, à une longueur d'onde de 420 nm, utilisez une cuvette de 20 mm et utilisez de l'eau comme référence pour mesurer l'absorbance.

La courbe d'étalonnage a été tracée avec l'absorbance après correction à blanc en ordonnée et la teneur en azote ammoniacal correspondante (μg) en abscisse.

Remarque : une cuvette de 10 mm peut également être sélectionnée en fonction de la concentration massique de l'échantillon à tester.

Référence:

Concentration de la solution standard d'azote ammoniacal (mg/L)	0.00	0.10	0.20	0.60	1.00	1.40	2.00
Valeurs d'absorbance	0.010	0.042	0.077	0.215	0.339	0.461	0.663

Tableau 5. Valeurs d'absorbance de différentes concentrations de solutions étalons d'azote ammoniacal

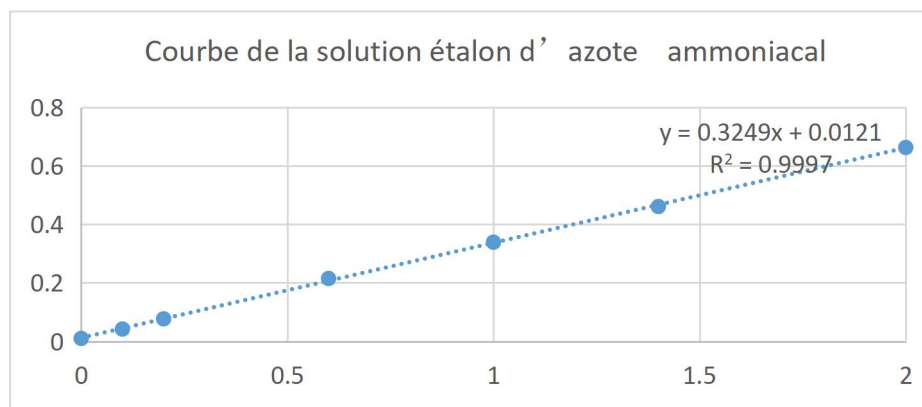


Figure 4. Valeurs d'absorbance de différentes concentrations de solutions étalons d'azote ammoniacal

(3) Détermination de l'échantillon

Échantillon d'eau propre : prélevez 50 ml directement et mesurez l'absorbance selon les mêmes étapes que la courbe d'étalonnage.

Échantillons d'eau contenant des matières en suspension ou des interférences chromatiques : prélevez 50 ml d'échantillons d'eau prétraitée (si la concentration d'azote ammoniacal dans les échantillons d'eau dépasse 2 mg/L, le volume des échantillons d'eau peut être réduit de manière appropriée) et mesurez l'absorbance en conséquence. étapes comme courbe d'étalonnage.

Remarque : pour les échantillons d'eau prétraités par distillation ou ébullition dans des conditions acides, une certaine quantité de solution d'hydroxyde de sodium doit être ajoutée pour ajuster l'échantillon d'eau à la neutralité, diluée avec de l'eau jusqu'au repère 50 ml, puis mesurer l'absorbance selon les mêmes étapes. comme courbe d'étalonnage.

Test à blanc : remplacez l'échantillon d'eau par de l'eau et effectuez le prétraitement et la détermination selon les mêmes étapes que l'échantillon.

La concentration massique d'azote ammoniacal dans l'eau est calculée selon la formule :

$$\rho_N = \frac{A_s - A_b - a}{b \times V}$$

Dans la formule :

ρ_N — la concentration massique d'azote ammoniacal dans l'échantillon d'eau (calculée en N), mg/L ;

A_s — absorbance de l'échantillon d'eau ;

A_b — absorption du test à blanc ;

a — l'ordonnée à l'origine de la courbe d'étalonnage ;

b — la pente de la courbe d'étalonnage ;

V — volume de l'échantillon, ml

Nous avons utilisé un spectrophotomètre ordinaire pour mesurer la teneur en azote ammoniacal, mais l'instrument était usé et les résultats des tests comportaient de grandes erreurs. Selon l'analyse, ce lot de données a peu de valeur de référence.

Afin de résoudre ce problème, nous avons utilisé le spectrophotomètre LH-3BA de Lianhua Technology Co., Ltd. et le réactif Nessler spécialement utilisé par la société Lianhua. Grâce au test d'échantillons blancs et de solutions étalons, les données de test de cet instrument sont précises, donc le test utilisé dans cette expérience. La détermination de l'azote ammoniacal de l'instrument adopte les données mesurées par LH-3BA.

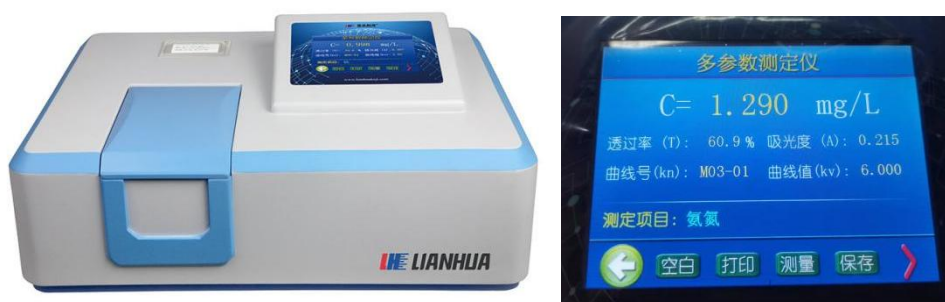


Figure 5. Spectrophotomètre LH-3BA de Lianhua Technology Co., Ltd. (<http://m.lianhuakeji.com/>, 05/07/2023) (BA Deerhe, DICP, 05/07/2023)

Afin de mesurer l'efficacité de décapage de la solution acide par la méthode des microbulles et la méthode de décapage traditionnelle, nous acidifions l'eau en soufflant du dioxyde de carbone dans l'eau pour obtenir un échantillon d'eau qui simule la valeur du PH de la solution acide et supprimons les interférences. facteurs tels que les impuretés et d'autres éléments. Au total, trois séries d'expériences de contrôle ont été mises en place pour explorer l'efficacité du stripping de la méthode des microbulles dans différentes conditions.

Procédure expérimentale : soufflez continuellement du gaz dans la solution avec du dioxyde de carbone, acidifiez la solution et maintenez le PH dans la plage de 5 à 5,2 pendant 2 à 3 heures.

L'azote N₂ ou le dioxyde de carbone CO₂ est utilisé pour le décapage, et le rapport gaz-liquide est calculé en mesurant la valeur du PH de la solution, le volume d'admission et la pression de l'air, et l'efficacité du décapage est obtenue. En interrogeant la littérature existante, l'efficacité du décapage atteindra son maximum en 1 à 2 heures, donc chaque temps d'échantillonnage est de 10 minutes, et le débit de ventilation, le PH et la pression de l'air sont enregistrés en même temps.

(1) Explorer l'effet de différents tensioactifs sur l'efficacité du décapage

En interrogeant la littérature, le Tween 80 et le dodécylbenzènesulfonate de sodium ont été utilisés comme tensioactifs différents à des fins de comparaison. La solution était constituée de 7 litres d'eau, et 4 g de Tween 80 et 4 g de dodécylbenzènesulfonate de sodium ont été ajoutés respectivement pour réaliser le processus de stripping.

(2) Explorez l'effet de la membrane de séparation Janus et de la tête d'aération traditionnelle sur l'efficacité du soufflage

<1> La solution est de l'eau pure additionnée d'un tensioactif dodécylbenzènesulfonate de sodium.

La solution est composée de 5 litres d'eau, ajoutez 1 g de dodécylbenzènesulfonate de sodium et utilisez respectivement deux combinaisons dans le processus de décapage :

1. La tête d'aération aère directement dans la tour de soufflage pour le soufflage.
2. La membrane de séparation est aérée et les bulles aérées sont remplies dans la tour de soufflage pour effectuer le processus de soufflage.

<2> La solution est de l'eau pure

La solution était constituée de 5 litres d'eau, aucun tensioactif n'a été ajouté et la tour de stripping a été aérée avec deux combinaisons respectivement.

L'instrument de test utilisé dans cette expérience est le PH-mètre de laboratoire PHSJ-3F de Shanghai Leici Instrument Co., Ltd.



Figure 6. Shanghai Leici Instrument Co., Ltd. PHSJ-3F PH-mètre de laboratoire (<https://www.lei-ci.com/>, 05/07/2023)(BA Deerhe, DICP, 05/07/2023)

Résultats expérimentaux et discussion

En ce qui concerne la procédure expérimentale, nous avons effectué l'expérience de décapage de l'azote ammoniacal et enregistré la teneur en azote ammoniacal et la valeur d'absorbance de l'échantillon toutes les heures. Un total de 70 heures de données ont été enregistrées et comparées en traçant la courbe de la teneur en azote ammoniacal, la valeur d'absorbance a légèrement changé et la teneur en azote ammoniacal a diminué.

Cependant, les données obtenues par le premier groupe expérimental ne sont pas très adaptées : le taux d'élimination de l'azote ammoniacal n'est que de 24.10 %, selon les données de la littérature de référence, le taux d'élimination de l'azote ammoniacal devrait être plus élevé.

Temps de traitement(h)	échantillon vierge(1)	échantillon vierge(2)	0	10.5	18.5	50.5
Teneur en azote ammoniacal(mg/L)	0	0.048	2.514	2.46	2.01	1.908
Valeurs d'absorbance	0	0.02	0.419	0.41	0.335	0.318

Tableau 6. Effet du traitement à l'azote ammoniacal

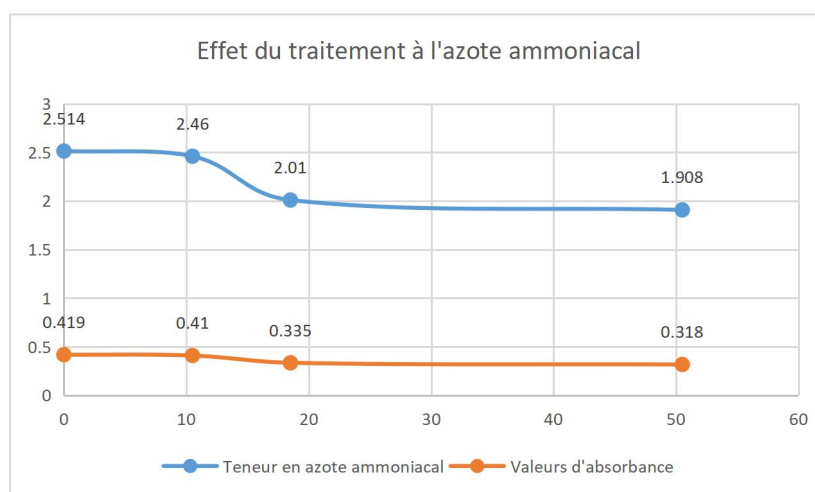


Figure 7. Valeurs d'absorbance de différentes concentrations de solutions étalons d'azote ammoniacal

Après analyse des données, nous tirons quelques conclusions.

(1) La méthode des microbulles contribue à l'efficacité de l'élimination de l'azote ammoniacal. Le contenu et la taille des bulles affecteront l'efficacité du transfert de masse gaz-liquide. L'efficacité du transfert de masse des bulles trop grosses est très faible et les bulles doivent être plus petites et plus uniformes.

(2) Le tensioactif réduira la tension entre le gaz et le liquide, davantage de bulles seront générées lors du passage à travers la membrane et l'efficacité d'élimination de l'ammoniac augmentera. Mais nous ne savons pas quel tensioactif sera le plus efficace. Trop de tensioactif générera un grand nombre de grosses bulles. Bien que le volume d'air soit

augmenté, trop de mousse affectera le fonctionnement normal de l'expérience, provoquant la perte de la solution. et affectant les résultats expérimentaux.

(3) L'expérience d'élimination de l'azote ammoniacal a tendance à être stable dans les 20 à 25 heures, ce qui est différent des résultats de la recherche documentaire. Dans des conditions spécifiques de température et de PH, la réaction d'élimination de l'azote ammoniacal aura tendance à être stable en 30 heures environ. , et après 60 heures, atteindre le taux d'élimination maximum. En comparant les résultats expérimentaux, nous devinons que cela peut être lié à l'influence de la température de l'environnement expérimental, et que la température expérimentale devrait être contrôlée plus précisément.

(4) Au cours de l'expérience, en raison de l'erreur de l'appareil et de la quantité de tensioactif, une partie de la solution a été perdue dans l'expérience. Bien qu'elle ait été reconstituée, cela affecterait toujours les résultats expérimentaux. Notre expérience n'est pas encore terminée. Sur la base de notre expérience, nous avons entretenu et mis à jour l'appareil, et nous avons repensé le processus et le programme expérimentaux. Je pense que des données plus précieuses seront obtenues.

En ce qui concerne la procédure expérimentale, nous avons utilisé la membrane Janus pour réaliser l'expérience de décapage de solution acide. Selon la description des données de la littérature existante, l'efficacité du soufflage atteindra son maximum en 1 à 2 heures. Nous prévoyons donc de collecter des échantillons toutes les 10 minutes, d'enregistrer la valeur du PH et la pression de l'air de l'échantillon, d'enregistrer le volume de ventilation avec un débitmètre et calculez la comparaison gaz-liquide.

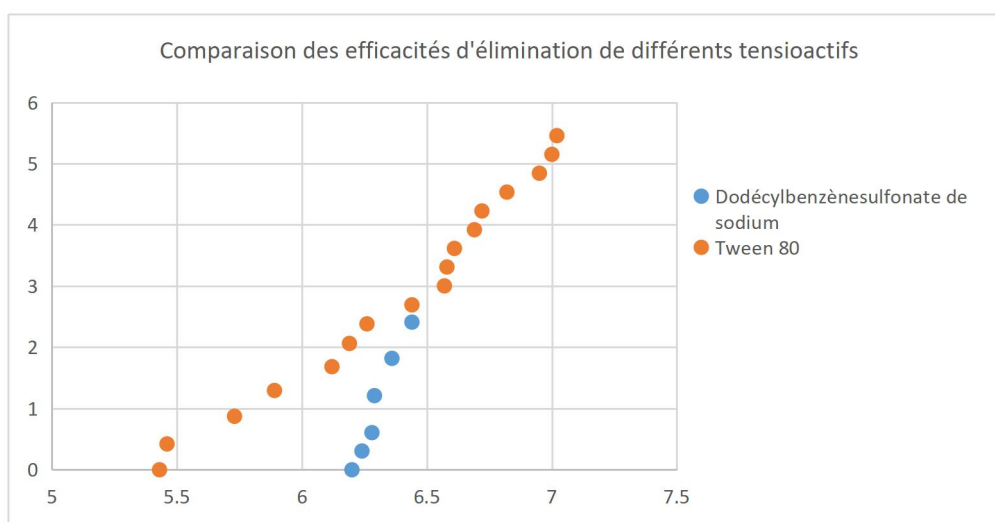
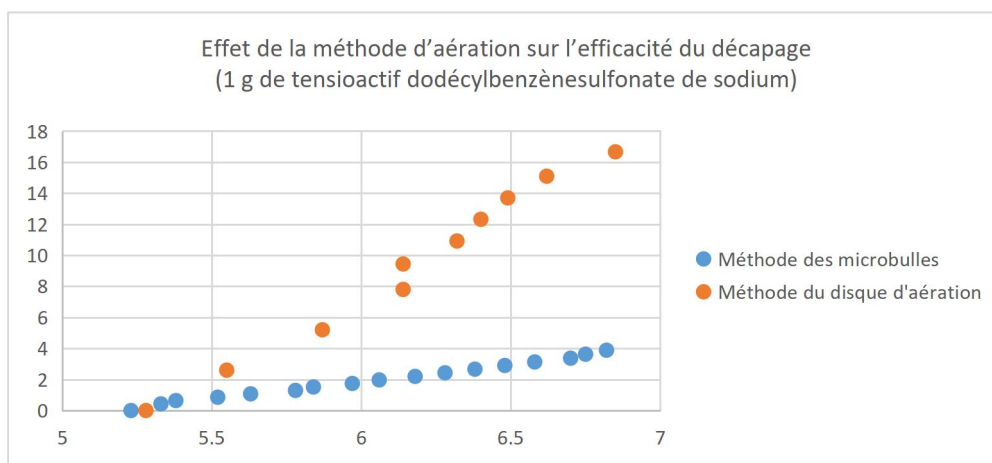


Figure 8. Comparaison des efficacités d'élimination de différents tensioactifs (Annexes)

En comparant le rapport gaz-liquide de la solution sous différents tensioactifs, nous pouvons obtenir que lorsque le PH de la solution utilisant du dodécylbenzènesulfonate de sodium est inférieur à 6.5, le rapport gaz-liquide est plus petit et la quantité de gaz requise est moindre. Mais une fois que le PH est supérieur à 6.5, le rapport gaz-liquide est plus grand et le volume de gaz requis est également plus important. Par souci d'avantages

économiques, dans la production industrielle, vous pouvez essayer d'utiliser différents tensioactifs avec la solution PH = 6.5 comme ligne de démarcation.

Étant donné que l'échantillon est endommagé et que certaines données sont perdues, cette expérience n'est pas terminée et une expérience répétée sera ajoutée ultérieurement à titre de contrôle.



**Figure 9. Effet de la méthode d'aération sur l'efficacité du décapage
(1 g de tensioactif dodécylbenzènesulfonate de sodium)(Annexes)**

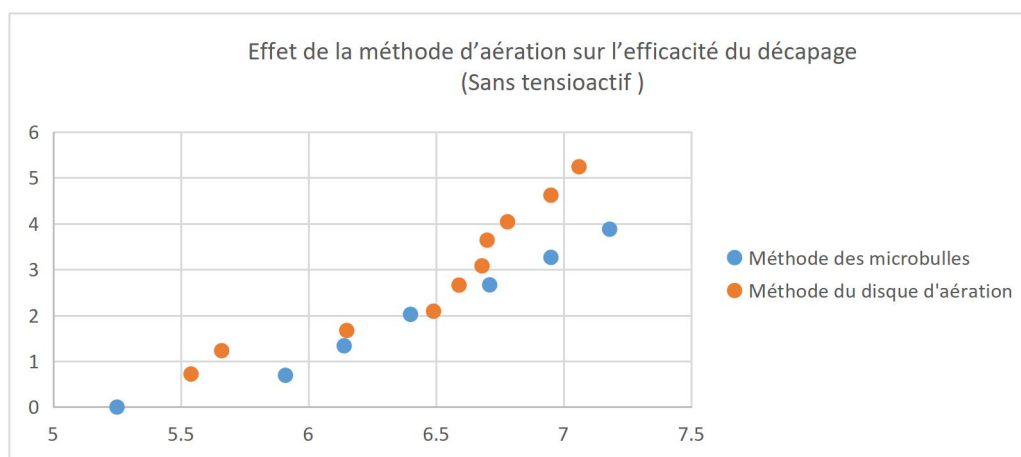


Figure 10. Effet de la méthode d'aération sur l'efficacité du décapage (Sans tensioactif)(Annexes)

En comparant l'évolution du rapport gaz-liquide de la solution avec et sans tensioactif, nous pouvons constater qu'en l'absence de tensioactif, le volume de gaz requis par la méthode des microbulles est légèrement inférieur à celui de la méthode de la tête d'aération, mais après En ajoutant le tensioactif, le volume d'air requis par la méthode de la tête d'aération est considérablement augmenté. Nous pouvons obtenir qu'après avoir ajouté le tensioactif à la solution, l'effet de transfert de masse gaz-liquide de la méthode de la tête d'aération peut être meilleur, mais pour des avantages économiques. que la méthode de la tête d'aération consomme plus d'énergie, la méthode des microbulles est plus économique

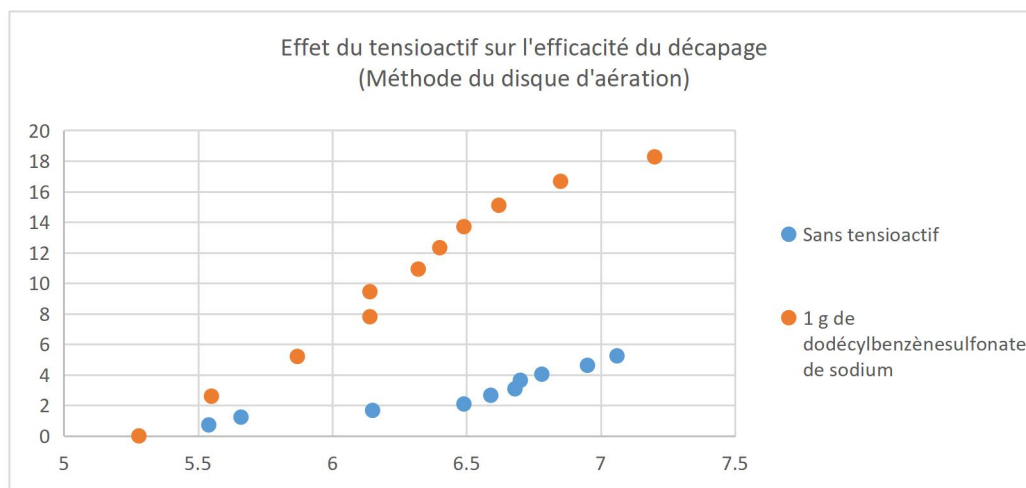


Figure 11. Effet du tensioactif sur l'efficacité du décapage (Méthode du disque d'aération)(Annexes)

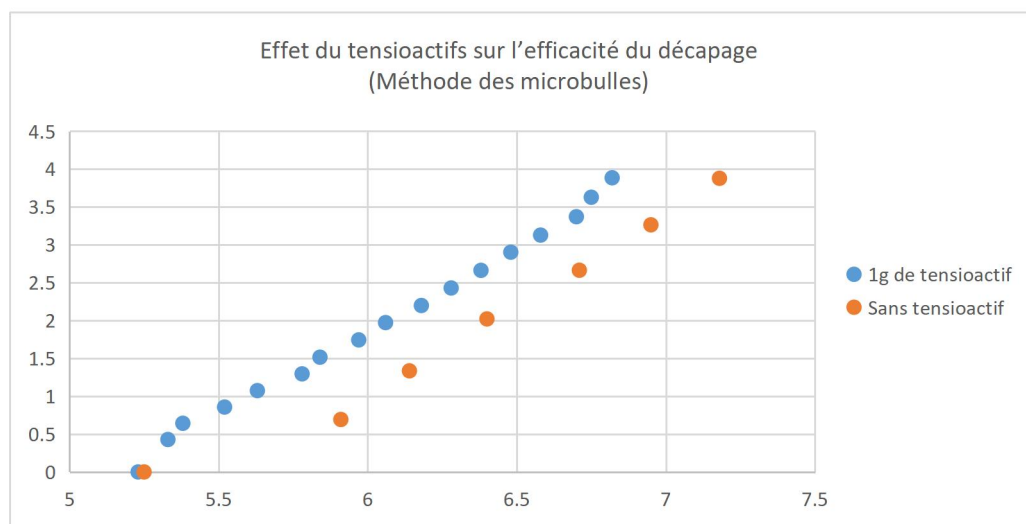


Figure 12. Effet des tensioactifs sur l'efficacité du décapage (méthode des microbulles) (Annexes)

En comparant les changements du rapport gaz-liquide de la solution avec et sans tensioactifs dans les deux méthodes d'aération, nous pouvons constater que lors de l'utilisation de la méthode de la tête d'aération, l'utilisation de tensioactifs a une grande influence sur le rapport gaz-liquide de la solution. Lorsque la méthode des microbulles est utilisée, le rapport gaz-liquide de la solution n'est que légèrement amélioré par l'utilisation de tensioactifs. Peut-être pouvons-nous en déduire que la méthode des microbulles est plus stable et ne sera pas affectée par d'autres substances. Cependant, nous n'avons jusqu'à présent essayé que le dodécylbenzène sulfonate de sodium comme tensioactif. Peut-être que différents tensioactifs ont des effets d'amélioration différents. Nous ne sommes pas sûrs que le tensioactif améliorera définitivement le transfert de masse gaz-liquide. Cette conclusion reste à vérifier par d'autres expériences.

Remarques sur l'expérience

Précautions pour les expériences avec la spectrophotométrie au réactif de Nessler :

- (1) L'absorbance du blanc réactif ne doit pas dépasser 0.030 (cuvette de 10 mm).
- (2) Préparation du réactif de Nessler : Afin de garantir la bonne capacité de développement de couleur du réactif de Nessler, il est nécessaire de contrôler la quantité de HgCl_2 ajoutée pendant la préparation jusqu'à ce que les traces de précipité rouge de HgI_2 ne soient plus dissoutes. Le rapport entre la quantité de HgCl_2 et de KI nécessaire pour préparer 100 ml de réactif de Nessler est d'environ 2.3:5. Afin d'accélérer la vitesse de réaction et de gagner du temps de préparation pendant la préparation, il peut être chauffé à basse température pour éviter l'apparition précoce d'un précipité rouge HgI_2 .
- (3) Préparation de tartrate de potassium et de sodium

Lorsque la teneur en sel d'ammonium dans le réactif tartrate de potassium et de sodium est élevée, seuls le chauffage et l'ébullition ou la précipitation du réactif de Garner ne peuvent pas éliminer complètement l'ammoniac. À ce stade, ajoutez une petite quantité de solution d'hydroxyde de sodium, faites bouillir et évaporez 20 à 30 % du volume de la solution, puis diluez au volume d'origine avec de l'eau sans ammoniac après refroidissement.

Discussion sur la méthode

La méthode colorimétrique des réactifs de Nessler présente les caractéristiques d'un fonctionnement simple, d'une sensibilité et d'une stabilité. L'inconvénient de cette méthode est qu'il existe de nombreux facteurs d'interférence et une mauvaise reproductibilité des résultats, tels que les ions métalliques tels que le calcium, le magnésium et le fer dans l'eau, les sulfures, les amines, les aldéhydes, le cuivre et les alcools, la couleur et la turbidité interfèrent tous avec la détermination. Par conséquent, un prétraitement correspondant doit être effectué. Les substances volatiles réductrices interférentes peuvent être éliminées par chauffage dans des conditions acides ; les interférences avec les ions métalliques peuvent être éliminées en ajoutant une quantité appropriée d'agent masquant.

Conclusion

Grâce au stage de trois mois à l'institut, j'ai visité le processus de production de la membrane Janus et appris le principe de préparation des modules membranaires. Dans le cadre de l'utilisation de nouveaux matériaux membranaires pour traiter les polluants, nous avons réalisé une série d'expériences qui me paraissent très attractives. Les projets de l'institut sont directement liés à la production industrielle. Je vois ici que les chercheurs sont en train de de nouvelles technologies et idées en dispositifs et composants industrialisables. Grâce à l'apprentissage de la méthode de soufflage et de la méthode des microbulles au cours de cette période, j'ai réalisé l'importance de ces méthodes pour le traitement des eaux usées, et ces méthodes constituent une partie importante de la production industrielle actuelle. Dans l'application industrielle actuelle, la méthode de décapage est principalement utilisée pour traiter les eaux usées ammoniacales et azotées avec une concentration moyenne et élevée et un débit important. L'ammoniac soufflé peut être recyclé. Cependant, la méthode de décapage traditionnelle est facile à accumuler de la saleté, et l'efficacité d'élimination de l'azote ammoniacal est faible à basse température et le temps de décapage est long. Pollution secondaire, la concentration d'azote ammoniacal dans l'effluent est toujours élevée et d'autres inconvénients, donc l'utilisation de nouveaux matériaux de membrane et d'une méthode de micro-bulles améliorer le taux d'élimination de l'azote ammoniacal est d'une grande importance pour contrôler le coût du traitement de l'azote ammoniacal, contrôler la pollution de l'eau et réaliser le développement durable des villes.

Bibliography

- **【1】** Zhang, Zhentai. "Experiment on the removal of high concentration ammonia nitrogen from landfill leachate by micronano bubble enhanced stripping," no. 502 (May 2022). <https://zhiwang.org/X703>.
- **【2】** GAO, Tao, and Zhaoji HU. "Experimental Study on Combined Stripping Treatment Process of Wastewater with High Ammonia Nitrogen Content." *TECHNOLOGY OF WATER TREATMENT*, no. Vol.48 No.2 (February 2022). <https://doi.org/10.16796/j.cnki.1000-3770.2022.02.009>.
- **【3】** YU, Xiaofeng. "Influencing Factors for Determination of Ammonia Nitrogen in Coal Chemical Wastewater by Nessler's Reagent Spectrophotometry." *Chemical Engineering Design Communications, Coal Chemical Methanol*, no. 1003-6490 (2020) 06-0023-02 (June 2020).
- **【4】** HU, Zhongxia, and Shuhong CHE. "Discussion on Influencing Factors of Determination of Ammonia Nitrogen in Water by Nessler's Reagent Spectrophotometry." *内蒙古水利, 水文水资源*, Vol. 228, No. 08.2021 (July 2021).
- **【5】** XING, Zhenhai, Daicheng HUANG, and Chaosheng YE. "Nessler's Reagent Method for Measuring Ammonia Nitrogen in Pulping and Papermaking Wastewater." *Shanxi Chemical Industry* No.9 , 2022, no. Total 205 (June 2022). <https://doi.org/10.16525/j.cnki.cn14-1109/tq.2022.09.014>.
- **【6】** JIANG, Xiaoying, Yun Ji, Ruyi LI, and Junyan TANG. "Device and Application for Treating High-Concentration Ammonia-Nitrogen Wastewater Based on Compound Denitrification Agent-Stripping Method." *ANHUI CHEMICAL INDUSTRY* Vol.48, no. No.5 (Oco 2022). <https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-553X.2022.05.020>.
- **【7】** LUO, Jun, Huan ZHANG, and Zuming LAI. "Single Factor Experimental Study on the Effect of Ammonia Decomposing Agent-Stripping Method on the Treatment of High Concentration Ammonia Nitrogen Wastewater." *Technology Innovation and Application*, no. No.12 (December 2022). <https://doi.org/10.19981/j.CN23-1581/G3.2022.12.028>.
- **【8】** "Analysis on Influencing Factors of Ammonia Nitrogen Determination in Industrial Sewage." *Polyester Industry* Vol. 35, no. No. 5 (September 2022). <https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-8261.2022.05.015>.
- **【9】** CUI, Zhuanqing. "Abnormal Color Development in the Determination of Ammonia Nitrogen in Water Quality." *SHANXI CHEMICAL INDUSTRY* Total 198, no. No.2, 2022 (February 2022). <https://doi.org/10.16525/j.cnki.cn14-1109/tq.2022.02.029>.
- **【10】** SHI, Ailan. "Analysis of the Influencing Factors of Ammonia Nitrogen Determination in Water Quality Monitoring," no. No.6 (February 2022). <https://doi.org/10.19900/j.cnki.ISSN1008-4800.2022.06.007>.
- **【11】** YANG, Fan. "Study on the Process of Treating High Concentration Ammonia Nitrogen Wastewater by Stripping." *Gansu Science and Technology* Vol.35, no. No.13 (July 2019).
- **【12】** XIAO, Chengcheng. "Removal of Ammonia Nitrogen from Wastewater by Blowing Off Method." *METALLURGICAL POWER* 01/2021, no. Vol.251 (January 2021). <https://doi.org/10.13589/j.cnki.yjdl.2021.01.024>.

- **【13】 FAN, Qinqi, and Chun LIU. “Operation Performance of a Pilot Plant of Microbubble Ozonation and Biological Treatment for Advanced Treatment of Chemical Wastewater.” *Industrial Water Treatment*, June 2023.**
- **【14】 LU, Jianqiu, Jiaqing CHEN, Jin GUO, and Yi ZHAO. “Experimental Study on Removal of CO₂ from Acidic Dissolved Air Water by Fine Bubble Stripping.” *TECHNOLOGY OF WATER TREATMENT* Vol.47, no. No.11 (November 2021).**
- **【15】 LEI, Chunsheng, Xiaofeng ZHU, Wen GAO, and Zhen YAN. “Study on Synergistic Effect of Compound Surfactants on Promoting Ammonia Nitrogen Stripping.” *CHINA WATER & WASTEWATER* Vol. 32, no. No. 5 (March 2016)**

Annexes

1月8日	PH	Time (s/100ml)	ventilation rate(ml/min)	hourly ventilation	total ventilation	Per liter solution ventilation	Pressure			
9:47	5.43	15.79	379.99	0	0	0		0.0112	0.0256	0.0769
9:57	5.46	14.78	405.95	3.800	3.800	0.422				
10:07	5.73	15.81	379.51	4.060	7.859	0.873				
10:17	5.89	17.15	349.85	3.795	11.654	1.295				
10:27	6.12	17.57	341.49	3.499	15.153	1.684				
10:37	6.19	20.87	287.49	3.415	18.568	2.063				
10:47	6.26	21.44	279.85	2.875	21.443	2.383				
10:57	6.44	21.56	278.29	2.799	24.241	2.693				
11:07	6.57	21.60	277.78	2.783	27.024	3.003				
11:17	6.58	21.98	272.98	2.778	29.802	3.311				
11:27	6.61	21.84	274.73	2.730	32.532	3.615				
11:37	6.69	21.74	275.99	2.747	35.279	3.920				
11:47	6.72	21.67	276.88	2.760	38.039	4.227				
11:57	6.82	21.62	277.52	2.769	40.808	4.534				
12:07	6.95	21.66	277.01	2.775	43.583	4.843				
12:17	7	21.79	275.36	2.770	46.353	5.150		0.011	0.028	0.0763
12:27	7.02	21.52	278.81	2.754	49.107	5.456				

Annexe 1.Méthode microbulles pour ajouter l'actif Tween 80 (4g)

Time	PH	ventilation rate(ml/min)	total ventilation	Per liter solution ventilation	Pressure		
16:50	6.13	525	0		0.0167	0.0327	0.0231
17:00	6.2	143	0		0.0164	0.0324	0.023
17:15	6.24	140	7.875		0.0173	0.0324	0.0228
17:30	6.36	141	2.145		0.0183	0.0301	0.0229
18:00	6.29	142	4.2		0.0184	0.0304	0.0232
18:30	6.28	138	4.23		0.0213	0.0327	0.0253
19:00	6.44	130	4.26		0.0262	0.037	0.0312

Annexe 2.Méthode microbulles pour ajouter l'actif SDBS (4g)

Time	PH	ventilation rate(ml/min)	total ventilation	Per liter solution ventilation	Pressure	
15:55	5.23	0	0		0 0.0205	0.0642
16:14	5.33	150	3	0.428571429	0.0205	0.0642
16:24	5.38	150	1.5	0.214285714	0.0210	0.0642
16:34	5.52	150	1.5	0.214285714	0.0208	0.0642
16:44	5.63	152	1.52	0.217142857	0.0210	0.0643
16:54	5.78	155	1.55	0.221428571	0.0204	0.0644
17:04	5.84	154	1.54		0.22 0.0207	0.0645
17:15	5.97	160	1.6	0.228571429	0.0211	0.0647
17:25	6.06	160	1.6	0.228571429	0.0209	0.0652
17:35	6.18	158	1.58	0.225714286	0.0209	0.0660
17:45	6.28	162	1.62	0.231428571	0.0206	0.0662
17:55	6.38	163	1.63	0.232857143	0.0214	0.0665
18:05	6.48	168	1.68		0.24 0.0207	0.0669
18:15	6.58	158	1.58	0.225714286	0.0210	0.0671
18:25	6.70	170	1.7	0.242857143	0.0212	0.0673
18:35	6.75	180	1.8	0.257142857	0.0209	0.0677
18:45	6.82	180	1.8	0.257142857	0.0210	0.0680

Annexe 3.Méthode microbulles pour ajouter l'actif SDBS (1g)

Time	PH	ventilation rate(ml/min)	total ventilation	Per liter solution ventilation	Pressure
13:50	5.28		0	0 0	0.0280
13:55	5.55	1300		1300 260	0.0240
14:05	5.87	1300		2600 520	0.0154
14:20	6.14	1300		3900 780	0.0137
14:30	6.14	820		4720 944	0.0140
14:40	6.32	740		5460 1092	0.0143
14:50	6.40	700		6160 1232	0.0142
15:00	6.49	688		6848 1369.6	0.0141
15:10	6.62	700		7548 1509.6	0.0137
15:30	6.85	785		8333 1666.6	0.0143
17:10	7.20	800		9133 1826.6	0.0143

Annexe 4.Méthode disque d'aération pour ajouter l'actif SDBS (1g)



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Deerhe BA

2022-2023

Study on the Removal Process of Ammonia Nitrogen Wastewater Based on Janus Membrane

ABSTRACT

The appearance of microbubbles and their characteristics different from ordinary bubbles make them show excellent technical advantages and application prospects in water treatment and other fields. With the development of urbanization, the increasingly serious problem of urban wastewater treatment urgently needs new technologies. This experiment aims to explore the efficiency and influencing factors of the microbubbles generated by the Janus membrane combination stripping method for high ammonia nitrogen and acidic solutions. Self-made microbubbles are used to strengthen the stripping device is used as a pretreatment process to remove high-concentration ammonia nitrogen in wastewater. The basic characteristics of microbubbles were investigated, the denitrification and deacidification efficiencies of microbubble enhanced stripping and traditional stripping processes were compared, and the mechanism of microbubble enhanced stripping to remove ammonia nitrogen was analyzed; by discussing the influence of main factors on ammonia nitrogen removal efficiency, to obtain the best treatment conditions, and finally combine this technology with biochemical process for the research of ammonia nitrogen removal in water.

Mots Clés: Janus Membrane, Ammonia Nitrogen Stripping, Micro bubbles

Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences

Adresse: 457 Zhong shan Road, Scientific research, Dalian 116023 DALIAN, CHINE

Tuteur entreprise: YU Haijun

Foction: Opérateur d'expérience

Tuteur académique: PEETERS Pierre