

Ministère de L'enseignement supérieur de la Recherche de Scientifique

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR –ANNABA



Faculté des Sciences de l'ingéniorat  
Département de Génie des Procédés



## THESE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

**Dimensionnement par MATLAB d'un 'Déshuileur-DAF'  
pour le traitement des eaux huileuses des dépôts carburants**

**Option :**

Génie Chimique

**Par :**

Bouheniche Asma

Gacem Dina

**DIRECTEUR DE MEMOIRE :**

Kherrat Rochdi

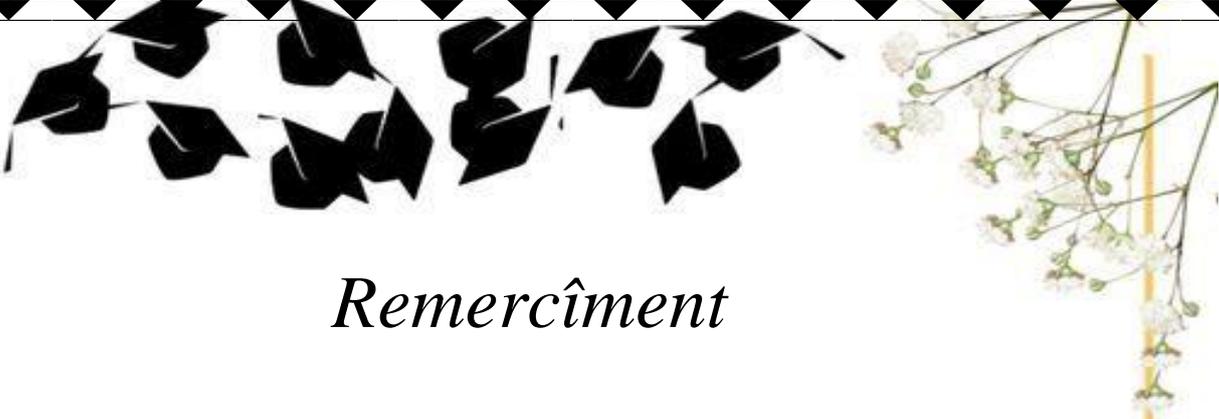
Professeur

Université Badji Mokhtar –Annaba

**DEVANT LE JURY :**

Lachgar M S	Professeur	Badji Mokhtar-Annaba
Hamouche Karima	Maitre assistante A	Badji Mokhtar-Annaba

Année universitaire : 2022/2023.



## *Remercîment*

*C'est avec l'aide et la direction d'Allah le Très-Haut que ce travail a été accompli.*

*Avant de continuer, nous exprimons notre reconnaissance, notre gratitude et notre amour envers ceux qui portent le message le plus sacré de la vie, ceux qui ont tracé la voie de la connaissance et de l'apprentissage depuis les premières étapes jusqu'à ce moment même, à tous les professeurs du département de génie des procédés.*

*Nous remercions vivement professeur KHERRAT qui a accepté d'encadrer ce travail. Grâce à ses précieux conseils et orientations, on a pu réaliser toutes les étapes du sujet avec succès.*

*À ceux qui ont semé l'optimisme sur notre chemin, nous ont offert leur aide, leurs facilités et leurs idées sans même ressentir leur propre rôle, nous leur exprimons tous nos remerciements et notre reconnaissance.*

*Enfin, nous ne pouvons que demander à Dieu Tout-Puissant de nous accorder la réussite et la guidance, de guider nos pas dans le droit chemin car il détient tout pouvoir et toute capacité.*





## *Dédicace :*

*Louange à Dieu qui nous a permis de valoriser cette étape de notre parcours académique dans notre mémoire, fruit de nos efforts et succès grâce à Sa grandeur.*

*Cette réussite est dédiée à mes chers parents, qui ont été une source constante de soutien et d'encouragement tout au long de mon voyage académique. Votre amour inconditionnel et votre fierté constante m'ont poussé à poursuivre mes rêves et à atteindre mes objectifs.*

*Je vous suis éternellement reconnaissant, qu'Allah les protège et les garde illuminant mon chemin.*

*À mes collègues et mes amies, qui ont été des compagnons de route précieux pendant ces années d'étude. Vos conseils avisés, vos idées inspirantes et votre soutien communautaire m'ont permis de surmonter les défis et de célébrer les victoires.*

*Merci d'avoir été à mes côtés.*





## *Dédicace :*

*Nous exprimons notre gratitude envers Dieu, qui nous a accordé la possibilité de donner une grande valeur à cette étape de notre parcours académique, reflétée dans notre mémoire." Qui est le résultat de nos efforts et de nos succès, rendus possibles grâce à Sa Majesté et son immensité*

*Je tiens à exprimer ma plus sincère gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué à ma réussite.*

*Leurs encouragements, leur soutien inconditionnel et leurs précieux conseils ont été les fondations de mon parcours. Je dédie ce moment mémorable à mes parents, à mon meilleur ami et à tous ceux qui ont cru en moi*

*Votre présence bienveillante et vos efforts continus ont été des moteurs essentiels dans ma vie.*

*Je vous suis infiniment reconnaissante pour votre amour, votre confiance et votre inspiration.*



## Table des matières

Remerciement.....	II
Dédicace : .....	III
Dédicace : .....	IV
Table des Figures .....	IX
Tables des tableaux .....	IX
Introduction générale .....	1
Chapitre I : Généralités sur NAFTAL .....	3
Introduction : .....	4
I.1. Présentation de NAFTAL : .....	4
I.2. Origine de NAFTAL : .....	5
I.3. Les mission de l'entreprise : .....	5
1.4. Les produits commercialisés par l'entreprise : .....	6
I.4.1. Les familles de carburant : .....	6
1.4.2. Essence Normale : .....	7
1.4.3. Essence Super : .....	7
1.4.4. Essence sans plomb : .....	7
1.4.5. Gasoil : .....	7
1.4.6. Les lubrifiants (huile, graisse) : .....	7
1.4.7. Les pneumatiques : .....	7
1.4.8. Le bitume : .....	7
1.4.9. Fuel (léger ou lourd) : .....	7
I.5. Présentation de la zone caroubier : .....	7
I.6. Conclusion : .....	9
Chapitre II : Généralités sur les eaux usées .....	10
Introduction : .....	11
II.1. Les eaux usées : .....	11
II.2. Origine des eaux usées : .....	11
II.2.1. Eaux domestiques : .....	11
II.2.2. Eaux pluviales .....	11
II.2.3. Eaux industrielles : .....	11
II.3. Paramètre des eaux usées : .....	12
II.3.1. Paramètres physiques : .....	12
II.3.1.1. La température.....	12

II.3.1.2. La conductivité .....	12
II.3.1.3. La turbidité .....	12
II.3.1.4. Matières organiques .....	12
II.3.1.5. Matières en suspension (MES) .....	12
II.3.1.6. Couleur et odeur .....	12
II.3.2. Paramètres chimiques : .....	13
II.3.2.1. Demande biochimique en oxygène ( .....	13
II.3.2.2. Demande chimique en oxygène (DCO) .....	13
II.3.2.3. Coefficient de biodégradation (K).....	13
II.3.2.4. Degrés d'acidité (pH) :.....	13
II.3.3. Paramètres biologique : .....	14
Les bactéries :.....	14
II.4. Réglementation algérienne des eaux de rejets : .....	14
II.5. Classification des techniques d'épuration : .....	15
II.5.1. Le prétraitement : .....	15
II.5.1.1. Le dégrillage : .....	15
II.5.1.2. Le dessablage : .....	15
II.5.1.3. Le dégraissage-déshuilage : .....	16
II.5.2. Traitement primaire : .....	16
II.5.2.1. Décantation piston : .....	16
II.5.2.2. Flocculation-Coagulation :.....	16
II.5.3. Traitement secondaire : .....	17
II.5.4. Traitement tertiaire : .....	17
Conclusion : .....	17
Chapitre III : Etude d'une station d'épuration des eaux huileuses .....	18
Introduction : .....	19
III.1. Le bassin de décantation : .....	19
III.1.1. American petroleum institute (API) : .....	20
III.2. Avantages, inconvénients et limitations du bassin API : .....	20
III.2.1. Avantages : .....	20
III.2.2. Inconvénients : .....	20
III.2.3. Limitation de conception API : .....	21
III.3. Séparateur à hydrocarbures API : .....	21

III.4. Le déversoir d'orage (By-pass) : .....	22
III.5. Le débourbeur : .....	22
III.6. Principe de fonctionnement d'une station d'épuration : .....	22
III.6.1. Principe de fonctionnement de bassin de décantation : .....	22
III.6.2. Principe de fonctionnement du déshuileur : .....	23
III.7. Efficacité du déshuileur : .....	23
III.8. Dissolved Air Flottation (DAF) : .....	24
Conclusion : .....	25
Chapitre IV : Dimensionnement d'une station d'épuration.....	26
Introduction : .....	27
IV.1. Théorie du dimensionnement d'une station d'épuration : .....	27
IV.2. Dimensionnement du bassin de décantation API : .....	27
IV.2.1. Le débit d'eau majoré $Q_m$ : .....	28
IV.2.2. Vitesse ascensionnelle $V_t$ : .....	28
IV.2.3. La vitesse d'écoulement $V_h$ : .....	28
IV.2.4. Surface horizontal minimal $A_h$ : .....	28
IV.2.5. Surface latérale minimale $AC$ : .....	29
IV.2.6. Hauteur « d » et largeur « B » : .....	29
IV.2.7. La longueur « L » : .....	29
IV.2.8. Le volume du bassin : .....	30
IV.2.9. Temps de remonté d'une gouttelette d'huile : .....	30
IV.3. Dimensionnement du déshuileur : .....	30
IV.3.1 La taille nominale du déshuileur : .....	30
IV.3.2. Calcul du débit de pluie $QR$ : .....	31
IV.3.3. Calcul du facteur de l'entrave $fx$ : .....	33
IV.3.4. Calcul du $Qs$ : .....	34
IV.3.5. Calcul du facteur relatif $fd$ : .....	34
IV.3.6. Volume de débourbeur : .....	35
IV.4. Résistance au poids sur le séparateur : .....	35
IV.4.1. Charge sur couvercle : .....	35
IV.4.2. Choix de résistance de tampon : .....	35
IV.5. Dimensionnement du DAF : .....	35
IV.5.1. Débit de DAF : .....	36

IV.5.2. Surface requise du DAF : .....	36
IV.5.3. Le taux de charge hydraulique : .....	37
IV.5.4. Temps de rétention du DAF : .....	37
IV.5.5. Taux de charge solide : .....	37
IV.5.6. Rapport <b>AirSolide</b> : .....	37
IV.5.7. Volume du DAF : .....	38
IV.5.8. Diamètre nominale du DAF : .....	38
Conclusion : .....	38
Chapitre V : Partie expérimentale.....	39
V.1. Calcul traditionnel : .....	40
V.1.1. Pour le bassin : .....	40
V.1.2. Pour le déshuileur : .....	43
V.2. Vérification des calculs par logiciel .....	45
V.2.1. MATLAB : .....	45
V.2.2. Le programme de calcul du déshuileur : .....	46
V.2.2. Le programme de calcul du déshuileur : .....	46
V.3. Le choix du déshuileur : .....	48
V.3.1. Caractéristique du déshuileur : .....	49
Pour le DAF : .....	51
Le programme de calcul du DAF : .....	52
Conclusion : .....	54
<i>Conclusion générale</i> .....	55
<i>Annexe</i> : .....	56
Le programme de calcul du déshuileur : .....	56
Le programme de calcul du DAF : .....	61
<i>Bibliographique</i> .....	63

## *Table des Figures*

Figure 1: Centre de dépôt de carburant--Caroubier [8].....	8
Figure 2: Localisation du centre de dépôt Caroubier. ....	8
Figure 3: Bassin de décantation selon les normes API 421. ....	19
Figure 4: Schéma explicatif d'un déversoir d'orage. ....	22
Figure 5: Schéma explicatif du DAF.....	24
Figure 6: Carte de précipitation pluviale en Algérie. ....	31
Figure 7: Représentation graphique du tableau 3.....	41
Figure 8: Entrer les données du surface du centre. ....	46
Figure 9: Entrer les données spécifiques des débits d'eau. ....	46
Figure 10: choisir les données spécifiques de nature d'effluent. ....	46
Figure 11: Choisir les données spécifiques de nature d'effluent. ....	47
Figure 12: Résultats obtenus. ....	47
Figure 13: Déshuileur Oléocido-GB. ....	48
Figure 14: Schéma explicatif de fabrication d'un déshuileur de deux vues de profil ( haut et bas) et une vues de haut (milieu).....	50
Figure 15: choisir la vitesse et le temps de séjour.....	53
Figure 16: Remplir les données de l'eau à traites. ....	53
Figure 17: résultats finals. ....	54

## *Tables des tableaux*

Tableau 1: Quantité des produits vendus par NAFTAL. [4].....	6
Tableau 2: Réglementation des eaux rejets. ....	14
Tableau 3: Valeurs de coefficient de turbidité en fonction du rapport $V_h/V_t$ .....	29
Tableau 4 : Valeurs des coefficients de Caquot selon la période de retour.....	32
Tableau 5: Valeurs de coefficient de ruissellement selon la nature de surface.....	32
Tableau 6: Valeurs de coefficient de ruissellement selon le type d'occupation du sol. ....	33
Tableau 7: Les débits de robinets selon leur diamètre nominal en L/s. ....	34
Tableau 8: Valeurs de coefficient $fd$ selon l'hydrocarbure éliminé [27].....	35
Tableau 9: Test de condition n°1 $0.3 < d/B < 0.5$ (valeurs vérifiées en rouge).....	42
Tableau 10: Test de condition n°2 : $L/B > 5$ (valeur vérifiée en rouge). ....	42
Tableau 11: Dimensions finales. ....	43
Tableau 12: Résultats des analyses. ....	43
Tableau 13: Détails importants du centre de dépôt. ....	44
Tableau 14: Les coefficients choisis. ....	44
Tableau 15: Tous les valeurs obtenus, de la section Workspace: ....	48
Tableau 16: Dimensions d'un déshuileur de type Oléocido-GB. ....	49
Tableau 17: Les dimensions des DAF (TORO). ....	51
Tableau 18: valeurs moyenne de vitesse et temps de séjour. ....	51
Tableau 19: dimension du DAF pour un débit de $40 \text{ m}^3/\text{h}$ .....	52

# *Introduction générale*

Au nom du Dieu le clément et le miséricordieux : « *Nous avons fait de l'eau toute chose vivante* ».

À lui seul, ce verset coranique explique l'importance de cette ressource vitale pour l'homme. Sa survie, son alimentation et sa qualité de vie en dépendent. Elle est également importante pour les activités agricoles, industrielles et touristiques. Cependant, son exploitation inadéquate et irrationnelle génère de nombreuses dégradations. [1]

Ces dégradations causées par le fonctionnement de société humaine se manifestent par la pollution des eaux de surface (douces et côtières) par les déversements des produits chimiques et des huiles, qui une fois rejetées dans la nature auront un impact nocif sur l'environnement, la santé et l'hygiène publique.

Comme exemple d'une industrie qui rejette des eaux usées contaminées, nous citons une entreprise algérienne de grande envergure NAFTAL. En effet, on a constaté que les eaux usées rejetées par cette entreprise contiennent des hydrocarbures, des huiles, du plomb, des oxydes de chrome... etc., en quantités nettement supérieure que les normes juridique des effluents liquides industrielles.

Par conséquent, NAFTAL doit se conformer aux lois et restrictions régissant les eaux usées, en particulier la loi N° 06-141 et installer un dispositif de déshuilage, qui est l'objectif de notre étude. [2]

L'une des étapes les plus critiques de la gestion des eaux usées industrielles est l'élimination des huiles. Deux techniques sont utilisées que nous verrons au cours de notre étude :

Technique de séparation des huiles des eaux.

Technique de flottation.

Ces techniques sont couramment utilisées dans les processus industriels pour traiter les eaux usées avant d'être déchargées dans l'environnement ou réutilisées. Elles sont adaptées dans des centres de services automobiles, des raffineries de pétrole, et autres industries traitant les eaux contaminées par l'huile, notons que le déshuilage se fait par la technique de gravité, la coalescence, et la filtration. [1]

L'objectif principal du déshuilage est de protéger l'environnement et préserver l'écosystème naturel.

Étalée sur cinq chapitres, notre modeste étude traite le dimensionnement de deux appareils séparateurs d'un centre de dépôt NAFTAL situé dans le Caroubier à Alger, en utilisant un programme élaboré par nos soins sur MATLAB.

Dans Le 1<sup>er</sup> chapitre nous traitons le centre de dépôt et détermine sa mission.

Dans le 2<sup>ème</sup> nous étudions des généralités sur les eaux usées.

Dans le 3<sup>ème</sup> nous présentons les appareils de séparation et les fonctionnements.

Dans le 4<sup>ème</sup> nous montrons les équations nécessaires au dimensionnement de ces appareils.

Enfin dans le 5<sup>ème</sup>, nous développons le programme MATLAB du dimensionnement, et les résultats.



# Chapitre I : Généralités sur NAFTAL

## **Introduction :**

Pour ses besoins énergétiques, le monde dépend et dépendra pendant de nombreuses années à venir des hydrocarbures, et le pétrole occupe et occupera toujours la première place parmi les diverses sources d'énergie.

L'Algérie est un pays producteur, consommateur et exportateur de cette ressource naturelle qui joue un rôle clé dans son économie.

Pour garantir un bon fonctionnement et une performance optimale, la comptabilité des hydrocarbures est confiée à la société SONATRACH, qui est divisée en plusieurs filiales, tout avec des missions précises, telles que NAFTEC (Société Nationale de Raffinage Pétrolier) et NAFTAL (National Petroleum Products Marketing Corporation).

### **I.1. Présentation de NAFTAL :**

NAFTAL (Société Nationale de Commercialisation et de Distribution des Produits Pétroliers) est une organisation publique algérienne experte dans la distribution et la commercialisation des produits pétroliers et gaziers. NAFTAL a été créé en 1981 et est devenue l'une des plus grands distributeurs de carburant en Algérie.

L'entreprise gère une chaîne de distribution de plus de 700 stations-service et produit des lubrifiants, des pneus, de l'asphalte et des matières pétrolières. Elle constitue une source d'énergie principale pour l'industrie de transport et les ménages, et joue un rôle crucial dans le développement de l'économie algérienne.

NAFTAL est une société par actions (SPA) au capital social de 40 000 000 000 DA. Créée en 1982, elle est filiale à 100% du Groupe SONATRACH et fait partie des activités de commercialisation. Sa mission essentielle est la distribution et la commercialisation de matières pétrolières et dérivés sur le marché national. Il couvre également les domaines suivants [2] :

- L'enfûtage des GPL.
- La formulation des bitumes.
- La distribution, le stockage et la commercialisation des carburants, GPL, lubrifiants, bitumes, pneumatiques, GPL/carburant, produits spéciaux.
- Le transport des produits pétroliers. Pour assurer la disponibilité des produits sur tout le territoire, NAFTAL met à contribution plusieurs modes de transport.
- Le cabotage et les pipes, pour l'approvisionnement des entrepôts à partir des raffineries.
- Le rail pour le ravitaillement des dépôts à partir des entrepôts.
- La route pour livraison des clients et le ravitaillement des dépôts non desservis par le rail. A l'ère de la mondialisation, NAFTAL a jugé indispensable la mise en place d'une nouvelle organisation par ligne de produit (bitumes, lubrifiants, réseau, logistique, GPL, pneumatique, Aviation, Marine). NAFTAL fournit près de 13,3 millions de tonnes de produits pétroliers par an, un chiffre appelé à augmenter avec une demande en constante croissance. Elle a également mis en place une nouvelle vision stratégique à moyen terme orientée client avec un plan de mise en œuvre.

## **I.2. Origine de NAFTAL :**

- 06 Avril 1981 : L'entreprise ERDP, issue de SONATRACH, est créée par le décret N° 80/101.
- 1er Janvier 1982 : L'ERDP est chargée de l'industrie du raffinage et de la commercialisation et distribution des produits pétroliers.
- 25 Août 1987 : L'activité raffinage est séparée de l'activité distribution. La raison sociale de la société change suite à cette séparation des activités. NAFTAL est désormais chargée de la commercialisation et de la distribution des produits pétroliers et dérivés.
- 18 Avril 1998 : transformation de NAFTAL en Société par actions au capital social de 6 650 000 000 DA et filiale à 100% du holding SONATRACH Valorisation des Hydrocarbures (SVH).
- 21 Décembre 1999 : création de STPE, société chargée du transport des produits énergétiques par chemin de fer, en partenariat avec SNTF.
- 29 Juillet 2002 : augmentation du capital social de 6,65 milliards de DA à 15,65 milliards de DA conformément à la résolution de l'AGEX.

L'appellation NAFTAL provient de :

NAFT : pétrole.

AL : Algérie.

La distribution et la commercialisation des produits carburants et GPL NAFTAL se trouve aujourd'hui, dans les nouveaux contextes de libre concurrence, marqué de surcroit par les nouvelles dispositions de la loi N° 05-07 du 2-04-2004 relative aux hydrocarbures. [3]

## **I.3. Les mission de l'entreprise :**

NAFTAL créée à la suite d'une décision du gouvernement algérien de nationaliser les activités de distribution et de commercialisation de produits pétroliers. A l'origine, l'entreprise était une filiale de la Société Nationale de Commercialisation et de Distribution des Produits Pétroliers (SONACOME), mais en 1998, elle est devenue une entité indépendante.

Depuis sa création, NAFTAL a connu une croissance importante et a étendu ses activités dans tous les pays. Elle est également engagée dans des projets visant à moderniser et à diversifier ses activités durables, comme les stations de recharge pour les véhicules électriques, et elle a investi dans la production d'énergies renouvelables. [2]

Les missions de NAFTAL sont :

1. Fournir des produits pétroliers de la plus haute qualité.
2. Assurer une distribution efficace et fiable.
3. Garantir la sécurité et la santé de ses employés et de ses clients.
4. Contribuer au développement économique et social du pays.
5. promouvoir la protection de l'environnement.

#### 1.4. Les produits commercialisés par l'entreprise :

Voici quelques-uns des produits vendus par NAFTAL :

- Combustibles : NAFTAL distribue l'essence, le diesel, le GPL et le carburant pour les avions.
- Lubrifiants : NAFTAL propose une large gamme d'huiles et de graisse pour les moteurs, les transmissions, les boîtes de vitesses, etc.
- Gaz : NAFTAL commercialise du gaz butane et du propane en bouteille pour les cuisines et les chauffages.
- Produits de nettoyage et d'entretien : NAFTAL vend également des produits pour nettoyer les voitures, tels que les shampooings et les cires, ainsi que des produits de maintenance pour les moteurs.
- Produits pétrochimiques : NAFTAL fabrique et commercialise des produits pétroliers tels que le bitume le soufre et le benzène.

En plus de ces produits, NAFTAL propose également des services tels que la maintenance et préparation de véhicules, la location de voitures, et la distribution de carburant pour les entreprises [4].

Les vents de l'entreprise sont comme si de suite :

**Tableau 1: Quantité des produits vendus par NAFTAL. [4]**

Produits	Vents (tonne)
Carburant	4.9 millions
Diesel	7.6 millions
GPL	1.6 millions
Combustible	266 000

##### I.4.1. Les familles de carburant :

Les familles de carburant proposé par NAFTAL sont :

- l'essence :
  - Super sans plomb (SP95).
  - Super sans plomb (SP98).
- Le gazon :
  - Gazole.
  - Gazole améliorée.
- La GPL :
  - Gaz de pétrole liquéfié (GPL).
- Le Fioul :
  - Huile domestique. [5]

#### 1.4.2. Essence Normale :

Généralement utilisé dans les voitures légères et les motos. [6]

#### 1.4.3. Essence Super :

Disponible dans les stations-services NAFTAL à travers l'Algérie. [6]

#### 1.4.4. Essence sans plomb :

Ce type d'essence est recommandé pour les moteurs à essence modernes et est moins polluant que l'essence avec plomb. [6]

#### 1.4.5. Gasoil :

Généralement utilisé dans les camions, les bus et les voitures équipées de moteur diesel. [6]

#### 1.4.6. Les lubrifiants (huile, graisse) :

Ils sont essentiels au bon fonctionnement des machines et des équipements mécaniques, car ils réduisent l'usure et prolongent la durée de vie des pièces. [7]

#### 1.4.7. Les pneumatiques :

Ils sont des accessoires indispensables pour tout véhicule. Ils assurent le contact entre un véhicule terrestre et le sol. Les pneus peuvent être divisés en différentes catégories en fonction de leurs compositions : pneus pour une voiture, motos, vélos et camions. [6]

#### 1.4.8. Le bitume :

Utilisée dans la construction de routes et de toitures. Le bitume est le produit le plus utilisé dans les travaux publics, de l'autoroute, au chemin communal jusqu'au tarmac des aéroports. [7]

#### 1.4.9. Fuel (léger ou lourd) :

Le carburant léger est principalement utilisé dans les véhicules légers tels que les voitures, les camions légers et les motocycles. Le carburant le plus couramment utilisé est l'essence. [5]

### **1.5. Présentation de la zone caroubier :**

La zone CAROUBIER est une zone située dans Alger en Algérie. Cette zone est surtout connue pour son importance dans l'industrie pétrolière et gazière. Elle abrite notamment une raffinerie de pétrole appartenant à la société nationale NAFTAL, et une usine de production de lubrifiants.

C'est un pôle économique important pour la région, offrant des emplois à de nombreux travailleurs locaux et contribuant à l'économie nationale. Elle est également importante pour la sécurité énergétique de l'Algérie, car elle fournit une grande partie de pétrole et du gaz utilisés dans le pays.

La station de stockage de carburant est située à La-Khrouba, dans la municipalité d'Hussein Dey. Assis sur une superficie de 70 000 m<sup>2</sup> et d'une capacité de 86 000 m<sup>3</sup> répond aux besoins de plusieurs états, et assure l'approvisionnement en carburant et en essence pendant 8 jours.

L'entrepôt comprend 6 bornes de recharge d'une capacité de 600 camions par jour en plus de l'activité d'expédition simultanée de 6 camions avec 52 véhicules par jour pour atteindre une moyenne de 10 000 mètres cubes par jour de carburant sortant.

Malheureusement, la zone CAROUBIER est connue pour son impact environnemental. La production et le raffinage du pétrole sont des activités potentiellement polluantes qui peuvent avoir des effets négatifs sur la qualité de l'air, de l'eau et du sol. [8]



Figure 2: Centre de dépôt de carburant--Caroubier [8].

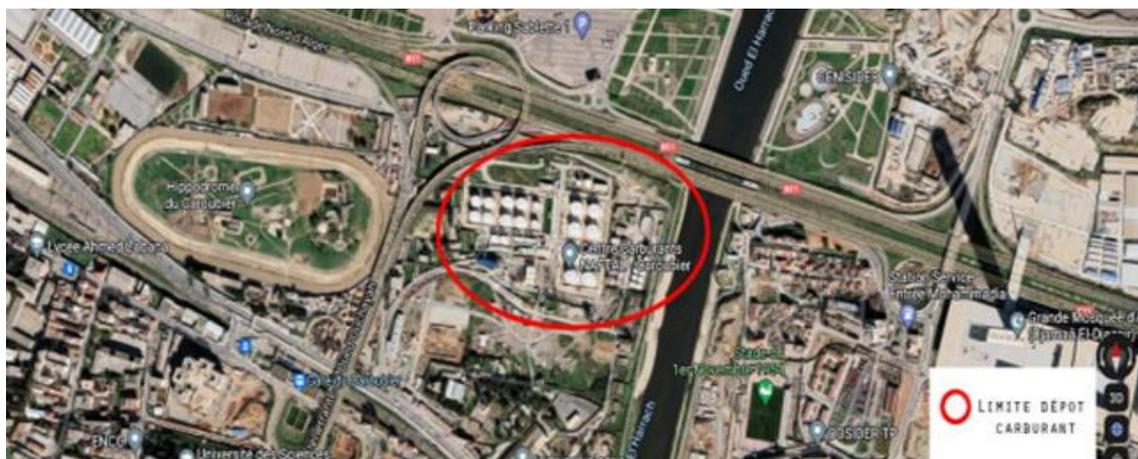


Figure 1: Localisation du centre de dépôt Caroubier.

### **I.6. Conclusion :**

En résumé, les missions de NAFTAL visent à assurer la qualité et la fiabilité de ses produits et services tout en contribuant au développement économique et social de l'Algérie, en respectant l'environnement et la sécurité de ses employés et de ses clients.



# Chapitre II : Généralités sur les eaux usées

## **Introduction :**

Généralement, l'eau constitue 75% de la composition en poids des cellules vivantes. Par conséquent, nous comprenons l'importance de l'eau pour tous les êtres vivants, faune et flore. Or, l'eau disponible pour l'homme se situe principalement dans les nappes phréatiques et les rivières.

Toute action quantitative ou qualitative sur une partie du cycle de l'eau va le perturber de manière plus ou moins permanente, entraînant des changements irréversibles.

Il est donc impératif d'étudier ce cadre de l'environnement qui reçoit les émissions des activités humaines, et les changements qu'il peut subir. [1]

## **II.1. Les eaux usées :**

Dans la vie habituelle, l'homme utilise l'eau pour subvenir à ses nécessités. Les diverses utilisations de l'eau conduisent à la formation des « eaux usées » de plusieurs sources telle que : les eaux domestique (eaux grises, eaux de vannes), les eaux industrielles, agriculture et pluviales. Habituellement cette eau est rejetée dans les réseaux d'assainissement et les égouts.

L'eau usée est un fluide de mixture hétérogène, riche en matières minérales et organiques, qui peuvent se présenter sous forme de suspension ou dissoutes, dont certaines peuvent être toxique. Ces obturations sont souvent liées à des matières grasses et colloïdales. [1]

Les eaux usées industrielles sont généralement considérées comme une forme de pollution de l'eau et leur traitement est nécessaire pour réduire leur impact négatif sur l'environnement et la santé publique.

## **II.2. Origine des eaux usées :**

### **II.2.1. Eaux domestiques :**

Les eaux usées domestiques issues des maisons, des bâtiments résidentielles et des petits établissements commerciaux. Ils comprennent l'eau de lavage, les eaux usées des toilettes, l'eau de la cuisine...etc. Ces eaux usées peuvent contenir des matières organiques, des produits chimiques, des bactéries et des virus, et peuvent présenter des risques potentiels pour la santé humaine et l'environnement si elles ne sont pas correctement traitées avant d'être rejetées dans la nature.

### **II.2.2. Eaux pluviales :**

Les eaux pluviales sont des eaux provenant des précipitations atmosphériques, telles que la pluie ou la neige, qui s'écoulent sur des zones imperméables et peuvent être collectées et réutilisées à des fins telles que l'irrigation, l'arrosage du paysage ou le stockage des eaux d'incendie. Cet eau ruisselle dans les rues ou s'accumule des polluants comme les hydrocarbures rejetés par les véhicules. Elles sont collectées avec les eaux usées. [1]

### **II.2.3. Eaux industrielles :**

Les eaux industrielles sont des eaux utilisées dans les processus de production industrielle. Elles peuvent contenir des contaminants tels que des produits chimiques, des

métaux lourds, des huiles et des graisses. Leur gestion et leur traitement sont essentiels pour protéger l'environnement et la santé publique.

### **II.3. Paramètre des eaux usées :**

Habituellement, le potentiel de pollution d'une eau est apprécié par une série d'analyses physico-chimiques, dont certaines tentent de reproduire les modifications que cette eau sera susceptible d'apporter dans le milieu où elle sera rejetée. Ces mesures sont complétées par des analyses plus spécifiques et à l'origine de nuisances majeures, tel que le phosphore ou l'azote. Dans certains cas particuliers, des produits toxiques peuvent être recherchés. Les paramètres de pollution des eaux usées se présentent sous trois formes principales : [10]

#### **II.3.1. Paramètres physiques :**

**II.3.1.1. La température** : Elle devrait être mesurée plus souvent, en particulier lorsque les rejets industriels sont rejetés dans le réseau. L'action de certaines purifications, notamment les dégraissants, est sensible à la chaleur extrême, par conséquent, toute émission ne doit pas dépasser 30°C. [10]

**II.3.1.2. La conductivité** : Indique la concentration des sels dissouts et comparée par celle de l'eau potable, celles des rejets industrielles a des apports très importants. [10]

**II.3.1.3. La turbidité** : Elle est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, car c'est en grande partie un facteur de pollution qui indique la présence de substances organiques ou minérales sous leur forme colloïdale en suspension dans les eaux usées qui évoluent en fonction des matières en suspension présentes dans l'eau. [10]

**II.3.1.4. Matières organiques** : Existente sous différentes formes. Grandes ou petites molécules telles que les sucres (amidon, cellulose) et les acides organiques. En tant que groupes dissous constitués principalement de composés azotés, de carbone ou d'oxygène. La matière organique est évaluée par les rapports DCO/DBO<sub>5</sub>. [10]

**II.3.1.5. Matières en suspension (MES)** : Représentent la part formée par l'ensemble des molécules organiques non dissoutes par la pollution, elles constituent un paramètre important qui représente bien le degré de pollution des déchets liquides urbaines, et l'industriel, donnée par la relation suivantes : [10]

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

D'où :

MMS : matière minérale en suspension.

MVS : matière volatile en suspension.

**II.3.1.6. Couleur et odeur** : La couleur d'une eau usée urbaine est grisâtre, mais certains rejets industriels (teinture, papeteries ...) contiennent des colorants particulièrement stables. Il existe plusieurs gaz qui donnent des odeurs, résultant d'une fermentation ou d'une décomposition. [11]

## II.3.2. Paramètres chimiques :

**II.3.2.1. Demande biochimique en oxygène ( $DBO_5$ ) :** Exprime la quantité d'oxygène consommée par les bactéries à 20°C dans l'obscurité avec une incubation de 5 jours de l'échantillon et le temps qui assure l'oxydation biologique de la partie des matières organiques qui contiennent du carbone. Ce nombre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction de la matière organique grâce au taux d'oxydation atmosphérique, pour la mesurer, on la prend comme référence quantitative. L'oxygène consommé après 5 jours est éliminé dans la réaction chimique suivante : [11]



**II.3.2.2. Demande chimique en oxygène (DCO) :** Une mesure de la quantité d'oxygène nécessaire à la décomposition chimique de tous les matériaux biodégradables ou non biodégradables dans l'eau avec du dichromate de potassium à 150 °C. Exprimée en (mg/L $O_2$ ) la valeur du rapport  $DBO_5 / DCO$  indique le coefficient de biodégradation des déchets liquides et permet aussi de déterminer sa source. Généralement la valeur de DCO est :

DCO = 1,5 à 2 fois  $DBO_5$  pour l'eau urbaine.

DCO > 2,5 fois  $DBO_5$  pour l'eau industrielle.

DCO = 1 à 10 fois  $DBO_5$  pour toutes les eaux usées.

La relation empirique pour la matière organique (MO) en fonction de  $DBO_5$  et DCO est donnée par l'équation suivante : [11]

$$MO = \frac{2 DBO_5 + DCO}{3}$$

**II.3.2.3. Coefficient de biodégradation (K) :** Le facteur de biodégradation reflète la capacité de l'effluent à être dégradé ou oxydé par les micro-organismes. Impliqué dans le processus d'épuration biologique de l'eau, la biodégradabilité s'exprime par le coefficient K. Donc :  $DBO_5 / DBO = K$

- Si  $K < 1,5$  : Signifie que l'effluent est hautement biodégradable.
- Si  $1,5 < K < 2,5$  : Signifie que l'effluent est modérément biodégradable.
- Si  $2,5 < K < 3$  : les oxydants sont peu biodégradables.
- Si  $K > 3$  : les substances oxydables ne sont pas hydrolysables.

Un coefficient K très élevé indique la présence d'éléments dans l'eau qui empêchent la croissance bactérienne, tels que les sels minéraux, les détergents et les flanelles d'hydrocarbures...etc. La valeur du coefficient K est déterminée pour choisir le procédé de traitement à adopter, si les déchets liquides sont biodégradables, on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique. [11]

**II.3.2.4. Degrés d'acidité (pH) :** Le bon développement des animaux et des plantes aquatiques n'est possible qu'entre un pH 6 et pH 9. L'effet du pH est défini par le rôle qu'il joue sur d'autres éléments tels que les ions métalliques qui peuvent réduire ou augmenter leur mobilité

dans la solution biologique. Le pH joue un rôle important dans la purification des eaux usées et la croissance bactérienne, car la nitrification optimale n'a lieu qu'à des valeurs de pH comprises entre 7.5 et 9. [11]

### II.3.3. Paramètres biologique :

**Les bactéries :** Les eaux usées contiennent un groupe de micro-organismes, en particulier des bactéries et des coliformes fécaux. [11]

### II.4. Réglementation algérienne des eaux de rejets :

Le décret exécutif n°06-141 du 19 avril 2006, précise les valeurs limites et tolérées contenues dans les effluents des eaux de rejets, et sont résumé dans le tableau qui suit [12] :

**Tableau 2: Réglementation des eaux rejets.**

Paramètres	Unités	Valeurs limites	Tolérances aux valeurs limites
Température	°C	30	30
pH	-	6.5-8.5	6.5-8.5
MES	Mg/l	35	40
Azote Kjeldahl	Mg/l	30	40
Phosphore total	Mg/l	10	15
DCO	Mg/l	120	130
DBO5	Mg/l	35	40
Aluminium	Mg/l	3	5
Substances toxique bioaccumulables	Mg/l	0.005	0.01
Cyanures	Mg/l	0.1	0.15
Fluor et composé	Mg/l	15	20
Indice de phénols	Mg/l	0.3	0.5
Hydrocarbures totaux	Mg/l	10	15
Huile et graisse	Mg/l	20	30
Cadmium	Mg/l	0.	0.25
Cuivre total	Mg/l	0.5	1
Mercure total	Mg/l	0.01	0.05
Plomb total	Mg/l	0.5	0.75

Chrome total	Mg/l	0.5	0.75
Etain total	Mg/l	2	2.5
Manganèse	Mg/l	1	1.5
Nickel total	Mg/l	0.5	0.75
Zinc total	Mg/l	3	5
Fer	Mg/l	3	5
Composés organiques chlorés	Mg/l	5	7

## II.5. Classification des techniques d'épuration :

Le réseau public d'assainissement reçoit les eaux usées sans interruption et les rejette vers les stations de pompage et de relevage puis vers les stations d'épuration, ces eaux contiennent des quantités de matières solides tels que matières en suspension, matières organiques biodégradables, organismes pathogènes, etc. qui causent la pollution des sources d'eau naturelles. L'une des étapes les plus importantes de ce traitement de l'eau [1] :

### II.5.1. Le prétraitement :

Cette étape permet l'élimination des polluants physiques solides en suspension comme les pierres, le bois, le plastique, les poussières en suspension et les matériaux énergétiques (les huiles, les graisses). Ces polluants ne modifient pas les propriétés chimiques de l'eau, mais plutôt son état physique, tel que le goût et la couleur.

Cette étape comprend quatre modes principaux :

#### II.5.1.1. Le dégrillage :

À l'entrée de la station d'épuration les effluents bruts doivent subir un dégrillage. Ainsi les matières volumineuses sont retenues à travers des grilles. Cette opération est toujours effectuée si possible avant la station de relevage, afin de protéger les pompes et de pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieur de traitement. Ce prétraitement peut être défini de la façon suivante :

- Pré-dégrillage : les barreaux sont espacés de 30 à 100mm.
- Dégrillage moyen : les barreaux sont espacés de 10 à 30mm.
- Dégrillage fin : les barreaux de grilles sont espacés de moins de 10 mm, généralement un procédé de protection.

Les grilles peuvent être verticales, mais elles sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale, et généralement composée de barreaux droits en acier. [1]

#### II.5.1.2. Le dessablage :

L'eau traitée peut contenir une quantité importante de sable, qui peut contaminer et boucher les canalisations. Les coûts d'entretien peuvent être élevés, il est donc conseillé d'éliminer le sable au préalable.

Le dessablage se fait par décantation, elle concerne les particules minérales de diamètre supérieur à 0.2. La décantation est proportionnelle à la viscosité du liquide et la densité relative de la particule. [1]

### **II.5.1.3. Le dégraissage-déshuilage :**

Importante surtout pour les eaux usées d'origine industrielle, elle a pour but l'élimination des graisses et des huiles présents dans les eaux résiduaires afin d'éviter dysfonctionnement du matériel. [1]

### **II.5.2. Traitement primaire :**

Nommé aussi le traitement biologique. So objectif est de réduire la vitesse des eaux usées pour permettre la sédimentation des suspensions solides telles que les matériaux sédimentables et flottants. Cette opération permet d'éliminer 50 à 70% de matières solides insolubles, réduire de 25 à 30% le  $DBO_5$ , et d'éliminer 10% de phosphore insoluble. Lorsqu'on ajoute des produits chimiques coagulants, des floculants se forment et le taux d'élimination passe à 80-90% .Dans de nombreux cas, en particulier dans les pays en développement, un bassin de sédimentation primaire est placé pour améliorer les eaux usées et le traitement devient moins coûteux. [13]

#### **II.5.2.1. Décantation piston :**

Dans ce cas, les particules dans les sédiments sont considérées séparément, ou les particules les plus légères sont entravées par les particules plus lourdes. Ce type de mouvement s'accompagne d'une eau équivalente, affluant à une vitesse montante et réduisant la vitesse des dépôts. Ce phénomène représente une interface claire entre le liquide supérieur clarifié et la phase fluide contenant presque tous les fluides. [14]

#### **II.5.2.2. Flocculation-Coagulation :**

La coagulation et la flocculation sont deux techniques souvent appliquées conjointement, et destinées à accélérer la décantation gravitaire des particules en suspension  
Les particules en suspension dans l'eau peuvent être empêchées dans leur décantation naturelle par deux phénomènes :

- Leur charge électrostatique (souvent négative) apportée par les ions en solution qui provoque une répulsion et contrarie leur rapprochement
- Leur petite taille, qui selon la loi de Stocks plus la taille est petite plus la vitesse de chute est faible.

La coagulation est un traitement visant à neutraliser les charges électrostatiques en surface des particules. Les coagulants peuvent être minéraux ou organiques.

Les coagulants les plus courants sont :

- Les sels d'alumine ou de Fer.
- Le chlorure ferrique.
- L'aluminate de soude.

Les coagulants organiques sont des composés polymères possédant de nombreux sites chargés positivement.

La flocculation est un traitement produisant des agglomérats (flocs) de fines particules décantant plus rapidement que les particules individuelles.

La coagulation et la floculation est mené en deux étapes :

1. le coagulant est d'abord ajouté à l'eau à traiter dans un système muni d'une agitation vigoureuse.
2. Le floculant est ensuite ajouté à l'eau dans un système muni d'une agitation lente pour favoriser la formation de floes volumineux et rassembler toutes les particules présentes.

Si l'additif est utilisé à la fois comme coagulant et floculant, l'eau doit subir d'abord une agitation violente et ensuite une agitation lente. L'eau ainsi traitée passe enfin à travers un décanteur dans lequel les boues sont retirées par le fond. Les dosages adaptés en coagulant et floculant et des conditions d'agitation résultent d'une démarche empirique et expérimentale. [15]

### **II.5.3. Traitement secondaire :**

Ce traitement permet de réduire le TSS et le  $DBO_5$ . Alors que le pourcentage de l'élimination du phosphore, de l'azote, des métaux alcalins, des matières non dégradables, des bactéries et les virus, reste à déterminer. Après cette étape, un dernier bassin de sédimentation est utilisé pour éliminer les suspensions. Les boues résultantes sont collectées dans le bassin de sédimentation initial et final pour être traitées ultérieurement. [11]

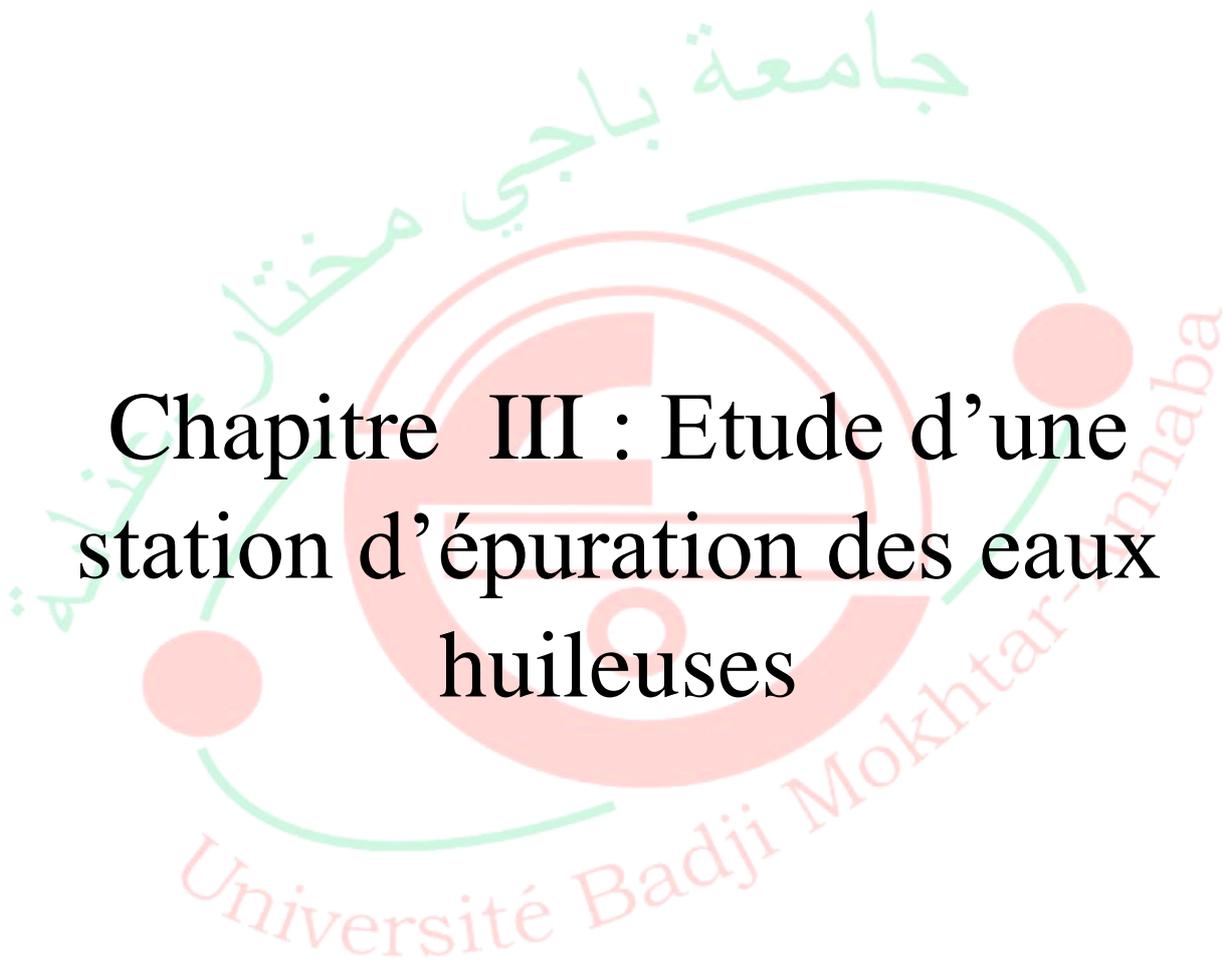
### **II.5.4. Traitement tertiaire :**

Il s'agit d'un traitement combiné physique, chimique et biologique, à ce stade, les polluants en excès sont éliminés de l'eau sortante du bassin de sédimentation final, par filtration sur sable, fermentation chimique, filtration au sol, etc. Depuis 1970, on a commencé à pratiquer un traitement avancé pour se débarrasser également de l'azote, du phosphore et du reste de  $DBO_5$ . [11]

### **Conclusion :**

Les eaux usées sont des eaux polluées provenant de diverses sources. Elles contiennent une variété de paramètres physiques, chimiques et biologiques qui doivent être mesurés et réglementés.

En Algérie, il existe une réglementation spécifique concernant le rejet des eaux usées. Différentes techniques d'épuration sont utilisées pour traiter ces eaux. Le prétraitement, le traitement primaire, le traitement secondaire, le traitement tertiaire.



جامعة باجي مختار عنابة

Chapitre III : Etude d'une  
station d'épuration des eaux  
huileuses

Université Badji Mokhtar - Annaba

## Introduction :

L'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejets édicté par la législation est effectuée en utilisant un ensemble de procédés. Ces derniers sont un ensemble d'appareil.

En ce qui nous concerne, c'est-à-dire l'étude de la pollution issue des hydrocarbures, on aurait besoin d'un bassin de décantation et d'un déshuileur, ou dans d'autre cas un appareil nommé 'Flottation d'air dissout' abrégé DAF.

### III.1. Le bassin de décantation :

C'est un ouvrage en béton construit selon les normes API, qui a pour but l'élimination des bourbiers nocifs à l'environnement. Il est constitué d'une chambre de collecte des eaux huileuse, et de vannes de réglage de débits. Le bassin est conçu selon la loi de Stocks pour définir une vitesse d'élévation des gouttelettes d'huile en fonction de sa masse volumique et la taille des gouttelettes (environ 15mm/sec). La différence des masses volumiques des composants forme une couche intermédiaire d'eau entre une couche huileuse supérieure et une couche des boues inférieure. Cette couche d'eau est soumise à un traitement supplémentaire pour éliminer l'excès d'huile, puis un traitement quelconque d'unité de traitement biologique pour les composés chimiques indésirables. D'autre part la couche d'huile peut contenir des traces d'eau ou de solides en suspension est continuellement écumées, elle peut être retraitée pour récupérer des produits de valeur, ou bien éliminée. [9]

Ce bassin souvent installé à l'extérieur à l'air libre voit son fonctionnement facilement perturbé par la pluie ou le vent qui crée des turbulences contrariant la décantation. La phase huileuse recueillie reste fortement chargée en eau.

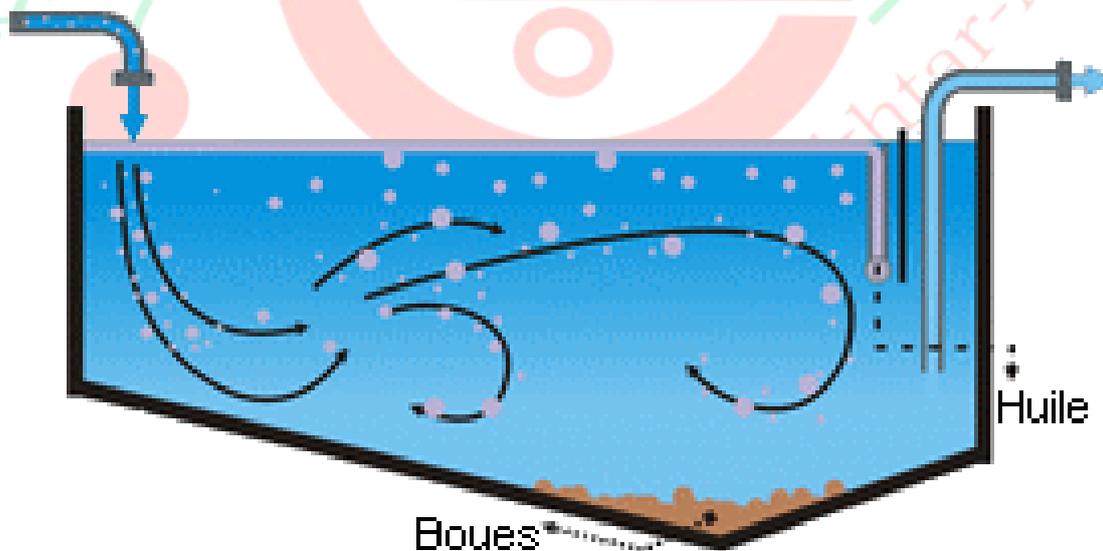


Figure 3: Bassin de décantation selon les normes API 421.

### **III.1.1. American petroleum institute (API) :**

L'API englobe tous les secteurs américains des hydrocarbures et de l'industrie pétrolière, elle emploie plus de 11 millions de personnes et est soutenue par un mouvement de plusieurs millions d'américains. Constituée de 600 membres qui produisent, traitent et distribuent la majorité de l'énergie nationale, parmi ces membres l'API Energy Excellence, qui assure les progrès en matière d'environnement et de sécurité en favorisant les nouvelles technologies. L'API est formée en 1919, en tant qu'organisme de normalisation qui a développé plus de 800 normes pour améliorer la sécurité, l'efficacité et la durabilité de l'environnement.

Bien que son objectif soit principalement national, ces dernières années, son travail s'est élargi pour inclure une dimension internationale croissante ; et aujourd'hui, l'API est reconnue mondialement pour sa large gamme de programmes. [16]

Dans sa dernière publication 421, l'API a fourni une méthode pour déterminer la taille des séparateurs huile-eau en fonction de leurs critères, ce qui permet de recycler l'huile capturée. [17]

### **III.2. Avantages, inconvénients et limitations du bassin API :**

#### **III.2.1. Avantages :**

- Le bassin de décantation permet d'avoir des eaux décantées très limpides.
- Permet la récupération de la totalité du brut entraîné dans les rejets des centres de séparation.
- Élimine les hydrocarbures insolubles et les matières en suspension réduisant ainsi la charge polluante facilitant la suite du processus de traitement par déshuilage.
- Design très simple.
- Pas d'équipements électromécaniques mis à part la pompe de recyclage des huiles vers le bac tampon du centre de production.
- Coût d'exploitation moyennement faible récupérable en 3 mois d'exploitation.
- Maintenance minimale.
- Le BD peut supporter les fluctuations du débit et des charges polluantes.
- Occupe un espace réduit.
- Ouvrage étanche par rapport aux infiltrations des eaux huileuses dans le sol.
- Flexibilité d'utilisation.
- La récupération de brut se fait de manière régulière sans interruption.
- Rentabilité garantie à court terme.
- Solution durable. [18]

#### **III.2.2. Inconvénients :**

- Inefficace pour l'élimination des émulsions stables et de la pollution dissoute (métaux lourds, Hydrocarbures dissous).
- Accumulation des sédiments au fond du bassin ce qui réduit le volume de ce dernier ainsi que le temps de séjour.

- Risque d'incendie.
- Nécessite un entretien annuel pour maintenir son efficacité.
- Nécessité de mettre en place des moyens de récupération de brut de la fosse.
- Nécessité une intervention très rapide sur la pompe d'expédition lorsqu'elle tombe en panne pour éviter le débordement de la chambre de récupération d'huile. [18]

### III.2.3.Limitation de conception API :

- Taille moyenne des gouttelettes d'huile doit être au maximum 150 microns.
- La masse volumique d'huile traitée doit être supérieur à  $800 \text{ Kg/m}^3$ .
- la température d'eau usée doit être supérieure à  $5^\circ\text{C}$ .

Si la 1<sup>ère</sup> condition n'est pas assurée cette eau va être traitée par d'autres méthodes pour éliminer les métaux et les hydrocarbures dissouts tel que :

- Flottation d'air dissout (DAF).
- Traitement biologique en anaérobie et aérobie.
- Séparateur à plaques parallèle.
- Les hydro-cyclones.
- Les filtres en coquille de noix et les filtres à média. [9]

### III.3. Séparateur à hydrocarbures API :

Un déshuileur est un équipement utilisé pour traiter les eaux usées, en séparant l'huile de l'eau et permet de les rejeter en toute sécurité dans un point de rejet approuvé (les égouts). Il élimine les huiles, les graisses et les hydrocarbures, et garde l'eau non dangereuse.

Les déshuileurs sont indispensables pour une entreprise qui :

- Produise des eaux usées dans le cadre d'une fonction normale.
- Déverse ces eaux dans les égouts publiques. [19]

Le séparateur API est un dispositif de séparation par gravité conçu en utilisant la loi de Stokes pour définir la vitesse de montée des gouttelettes d'huile en fonction de leur densité et de leur taille. La conception est basée sur la différence de gravité spécifique entre l'huile et les eaux usées, car cette différence est beaucoup plus petite que la différence de gravité spécifique entre les solides en suspension et l'eau. Les solides en suspension se déposent au fond du séparateur sous forme de couche de sédiments, l'huile monte au sommet du séparateur et les eaux usées nettoyées constituent la couche intermédiaire entre la couche d'huile et les solides.

### III.4. Le déversoir d'orage (By-pass) :

Un déversoir est un dispositif qui évacue les points de débit d'orage anormal vers le milieu récepteur. Il s'agit donc d'un projet d'évacuation d'une certaine section du réseau d'eaux pluviales afin de minimiser la taille du réseau aval. Ayant formulé ce principe, les déversoirs jouent un rôle important, en particulier dans le concept des réseaux au sein d'un système unique. [1]

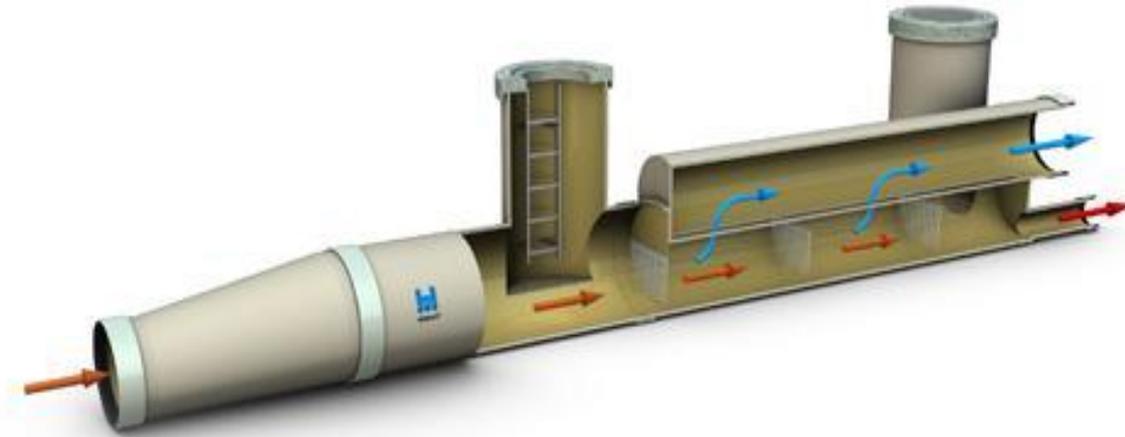


Figure 4: Schéma explicatif d'un déversoir d'orage.

### III.5. Le déboureur :

Le déboureur est un appareil utilisé pour piéger les graviers, sables, boues, et les déchets ménagers contenus dans les eaux usées. Les déboueurs séparent et stockent les matières lourdes avant leur passage dans le séparateur. [20]

### III.6. Principe de fonctionnement d'une station d'épuration :

#### III.6.1. Principe de fonctionnement de bassin de décantation :

Le bassin est divisé en deux compartiments :

- 1<sup>er</sup> compartiment : permet d'éliminer les boues entraînées par les eaux huileuses par décantation, les boues sont aspirées par une pompe à boues et envoyées vers le traitement.
- 2<sup>ème</sup> compartiment : est doté d'un détecteur de niveau et de deux pompes pour alimenter le pré-déshuileur. La 1<sup>ère</sup> pompe démarre à un niveau H-1.5 m pour permettre un débit de  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  (pluie normale), et lorsque le niveau atteint H-1 m la 2<sup>ème</sup> pompe démarre pour atteindre un débit de  $40 \text{ m}^3/\text{h}$  (débit d'orage).

L'eau huileuse séparée des boues passe par trop plein à travers des chicanes de tranquillisation vers le 2<sup>ème</sup> compartiment du pré-déshuileur pour la séparation des 2 phases par différence de densité selon la loi de Stokes. L'huile plus légère va surnager au-dessus de l'eau.

Un contrôle de niveau d'huile actionne une pompe pour la récupérer vers le bac de stockage de capacité de  $500m^3$ , l'eau séparée contient encore une fraction d'hydrocarbures (200 à 300 PPM) est envoyée à un déshuileur de  $20 m^3/h$  de capacité. [21]

### III.6.2. Principe de fonctionnement du déshuileur :

La station contient deux déshuileurs, le second ne fonctionne que dans des débits supérieurs à  $20 m^3/h$ . Le déshuileur lui-même comporte deux sections :

- La 1<sup>ère</sup> section : sert à décanter les matières en suspension (colloïdes, particules solides, boue, ...) entraînés accidentellement avec l'eau à partir de 2<sup>ème</sup> bassin pré-déshuileur.
- La 2<sup>ème</sup> section : sépare l'eau des gouttelettes d'huile par coalescence à travers un ensemble monobloc en plastique de plaque parallèle incliné, orienté dans le sens du fil de l'eau. L'eau séparée est aspirée par une pompe et refoulée vers le bac de stockage d'huile.

A la sortie on attend une teneur d'hydrocarbures entre 3 – 10 PPM, si sa qualité est en norme, deux cas se présentent :

- Si l'écart est supérieur à 25 PPM, l'eau est renvoyée vers le pré-déshuileur.
- Si l'écart est inférieur à 5 PPM l'eau est orientée vers le traitement sur charbon actif, pour corriger sa qualité. [21]

### III.7. Efficacité du déshuileur :

Les dispositifs de ce type sont efficaces à une double condition :

- Une concentration importante en huile et en graisse dans l'écoulement ;
- Un entretien régulier.

Ils ne jouent aucun rôle pour retenir les hydrocarbures associés aux eaux de ruissellement car leur concentration est beaucoup trop faible ; de plus ces derniers sont facilement décantés et adsorbés par les particules solides ; néanmoins ils doivent être éliminés avant que ces eaux n'arrivent à un plan de réception naturel ou un égout.

L'opportunité d'une élimination préventive avant de procéder au traitement d'épuration des eaux usées est évidente si l'on considère que les huiles, les graisses et les hydrocarbures peuvent causer de sérieux inconvénients dans toutes les phases du traitement d'épuration ultérieurs.

De plus, des problèmes d'accumulation et de colmatage peuvent survenir sur les égouts d'alimentation de la station d'épuration et sur les systèmes de relevage ; de lourds problèmes peuvent survenir dans les phases de traitement biologique en aérobie. Il en est de même dans la phase de digestion en anaérobie des boues, car les huiles et les graisses, surtout si elles ne sont pas biodégradables, restent accumulées dans les digesteurs, inhibant les réactions biologiques ; même lors de la déshydratation mécanique des boues, les huiles et les graisses ont tendance à obstruer les toiles des machines de déshydratation. [22]

### III.8. Dissolved Air Flotation (DAF) :

La technologie de flottation est utilisée depuis plus d'un siècle dans l'industrie de traitement des minerais, et ses applications environnementales sont peut-être mieux connues dans les domaines du génie civil (sanitaire), chimique et alimentaire. La FAD (appelée alternativement flottation à air dissous, flottation sous pression ou flottation avec microbulles) est le procédé le plus utilisé pour éliminer un certain nombre de polluants.

Les eaux usées entrent d'abord dans un tube de coagulation où des coagulants et des flocculant sont introduits pour augmenter la taille des particules avec de l'eau blanche (un mélange d'une partie de l'effluent DAF qui a été saturé d'air atmosphérique). Les eaux usées sont envoyées ensuite à un récipient où la vitesse de l'eau est considérablement réduite pour maximiser le potentiel de séparation. Les microbulles à l'intérieur du récipient se fixent aux surfaces des particules et soulèvent les solides en suspension (MES) à la surface où ils sont écrémés. Les particules trop lourdes pour être soulevées par les microbulles se déposent au fond et sont éliminées. Le liquide clarifié est continuellement retiré de plusieurs points dans le récipient DAF.

En général, les systèmes de séparation par flottation tels que les DAF peuvent traiter des charges contenant jusqu'à 300 PPM d'huile. Sans ajouts chimiques, le DAF peut éliminer les particules supérieures à 25  $\mu\text{m}$ . L'efficacité du processus dépend d'un certain nombre de facteurs, tels que l'adhérence des bulles à l'huile, l'interaction huile-gaz, la taille du floc et la quantité de gaz dans le floc.

Les produits chimiques couramment utilisés pour améliorer le procédé DAF sont les sels métalliques de fer ( $\text{FeCl}_2$  ou  $\text{FeSO}_4$ ) ou d'aluminium ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), les polymères organiques et inorganiques (cationiques ou anioniques) [23].

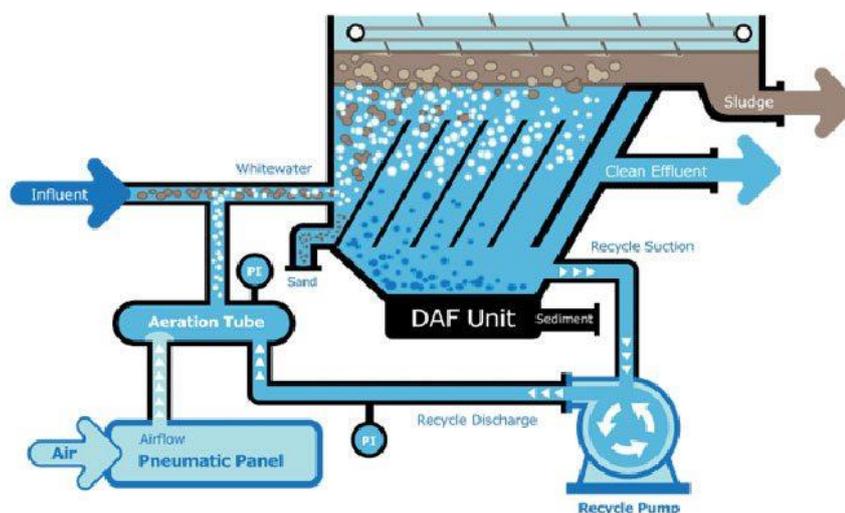
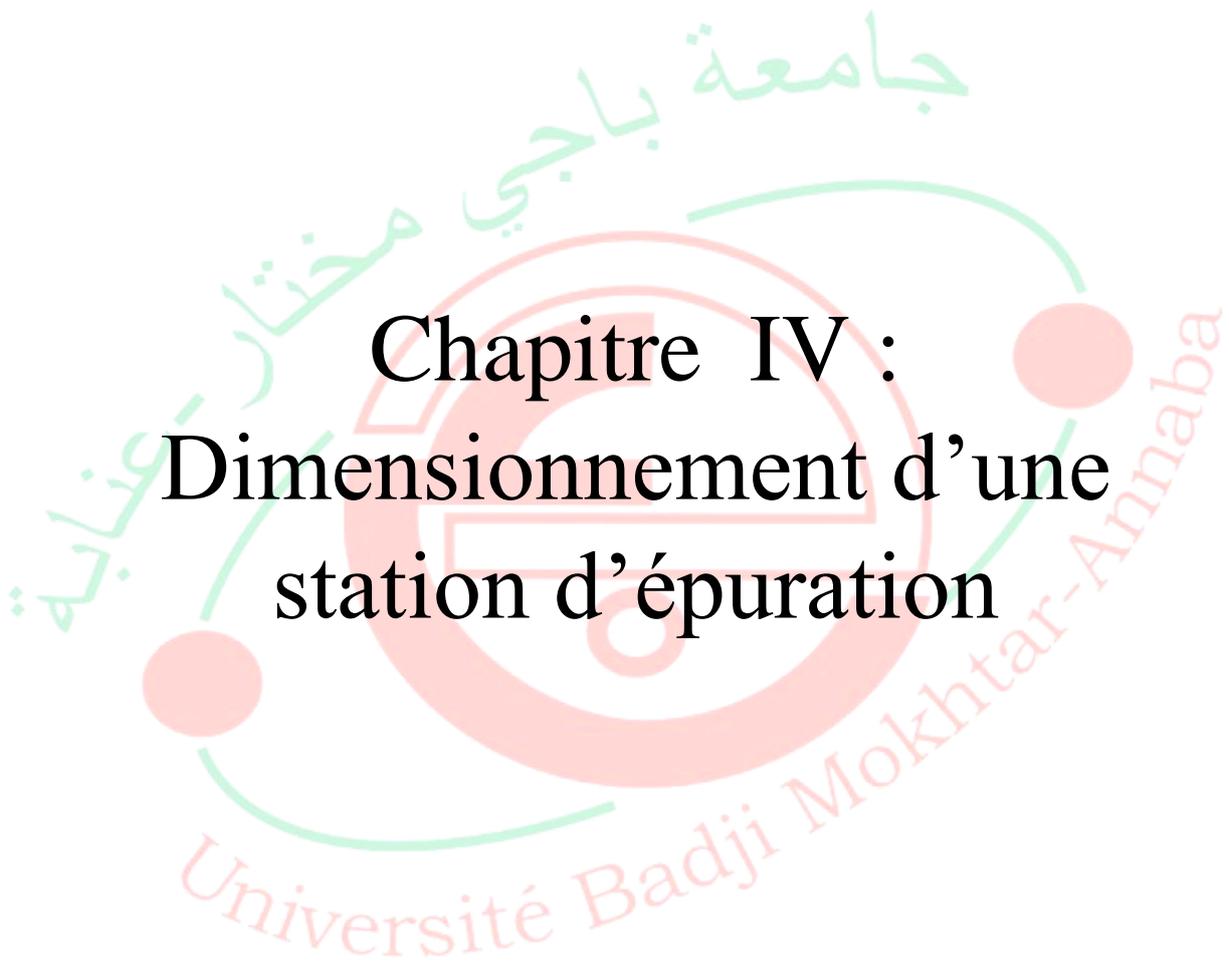


Figure 5: Schéma explicatif du DAF.

## Conclusion :

La station d'épuration d'eau est un système essentiel pour traiter les eaux usées et éliminer les contaminants avant de les rejeter dans l'environnement. Parmi les composants importants de la station d'épuration, on trouve le bassin de décantation, qui permet la séparation des solides et des liquides par gravité, le déshuileur, qui présente un complément pour le travail du bassin et le DAF qui implique l'ajout de microbulles d'air à l'eau afin de faire flotter les particules en suspension. L'API a développé des normes pour les différents types de séparateurs, chacun de ces types offrant des avantages et des inconvénients spécifiques en termes d'efficacité de séparation des hydrocarbures.





Chapitre IV :  
Dimensionnement d'une  
station d'épuration

## Introduction :

Les dimensions des appareils d'une station d'épuration se différencient entre eux et dépendent de plusieurs paramètres. La publication n°421 de l'API montre comment déterminer les dimensions de l'appareil qui convient selon l'activité de la station. Le choix du type de l'appareil est très important et dépend essentiellement des dimensions obtenues, c'est pourquoi l'étude doit être précise, et aussi correcte que possible.

### IV.1. Théorie du dimensionnement d'une station d'épuration :

Le dimensionnement d'un déshuileur pour le traitement des eaux de rejets NAFTAL dépend de plusieurs facteurs, tels que le débit d'eau de rejet, la concentration d'huile dans l'eau, la qualité requise de l'eau traitée et les caractéristiques du déshuileur lui-même.

Voici quelques étapes générales pour dimensionner un déshuileur pour le traitement des eaux de rejets NAFTAL :

1. Détermination du débit d'eau de rejet.
2. Mesure de la concentration d'huile dans l'eau.
3. Choix du type de déshuileur.
4. Calcul de la surface de coalescence.
5. Vérification des exigences réglementaires. [26]

Donc le dimensionnement d'un déshuileur pour le traitement des eaux de rejets NAFTAL nécessite une analyse approfondie des paramètres clés.

Les méthodes de dimensionnement courantes pour un déshuileur sont :

- Le dimensionnement par la règle de Stokes.
- Le dimensionnement par les courbes de séparation.
- Le dimensionnement par les essais en laboratoire.
- Le dimensionnement par les modèles de simulation. [24]

La méthode de **Caquot** est une méthode empirique pour calculer le débit de l'eau de pluie qui s'écoule sur une surface donnée.

L'autre méthode couramment utilisée pour calculer le débit d'eau de pluie est la méthode rationnelle. Cette méthode est basée sur l'équation de **Manning** qui relie le débit d'eau à la pente de la surface, la rugosité de la surface, l'aire de la surface et la quantité de pluie qui tombe. Elle est largement utilisée pour la conception des réseaux de drainage urbain et des structures de gestion des eaux pluviales.

### IV.2. Dimensionnement du bassin de décantation API :

Les dimensions du bassin dépendent de [25] :

Q : débit d'eau traité en  $m^3/s$ .

$\rho$  : Masse volumique d'eau en  $g/cm^3$ .

$\rho'$  : Masse volumique d'huile en  $g/cm^3$ .

$g$  : accélération de la pesanteur.

$\mu$ : viscosité dynamique d'eau en Pa s.

$D$  : diamètre de la gouttelette d'huile.

Il faut principalement déterminer ces quatre paramètres :

- Vitesse ascensionnelle  $V_t$ .
- Vitesse d'écoulement  $V_h$
- Surface horizontale minimale  $A_h$ .
- Surface latérale minimale  $A_c$ .

#### IV.2.1. Le débit d'eau majoré $Q_m$ :

Le débit du programme utilisé est celui annoncé par la Région EP, qui est basé sur des projections de production d'eau sur une période de 10 ans, avec une augmentation de 10 % pour tenir compte de la quantité des hydrocarbures bruts transportés dans la boue. .

Le débit obtenu est multiplié par le facteur de sécurité  $K$ . La valeur de  $K$  recommandée par l'API est dans l'intervalle [1,5 ; 3].

La formule du débit est donc donnée par :

$$Q_m = (Q_{journalier} + Q_{majoré} * 10\%) * Coefficient\ de\ sécurité$$

#### IV.2.2. Vitesse ascensionnelle $V_t$ :

Calculée par la loi de Stocks ou l'API décrit que les paramètres constants prennent les valeurs suivant :

$$g=981\ cm/s^2.$$

$$D=150\ \mu.$$

Et donc la loi de Stocks devient : [25]

$$V_t = 0.0123 * \frac{\rho - \rho'}{\mu}$$

#### IV.2.3. La vitesse d'écoulement $V_h$ :

La vitesse horizontale  $V_h$  est 15 fois la valeur de la vitesse ascensionnelle  $V_t$ , mais cette valeur doit être inférieure à la valeur de 1,5 cm/s. [16]

$$V_h = 15 * V_t$$

#### IV.2.4. Surface horizontal minimal $A_h$ :

Pour un séparateur idéal, la surface horizontale est donnée par la relation :

$$A_h = \frac{Q_m * 100}{V_t}$$

Or qu'en réalité, elle dépend du facteur de turbidité et de court-circuit F, qui dépend de son tour sur le rapport  $\frac{V_h}{V_t}$  : [26]

**Tableau 3: Valeurs de coefficient de turbidité en fonction du rapport Vh/Vt.**

$V_h/V_t$	$F_t$
20	1.74
15	1.64
10	1.52
6	1.37
3	1.28

Le coefficient F est donné par :  $F=1.2 \cdot F_t$

La surface horizontale réelle est déterminée par l'équation [16] :

$$A_h = F * \frac{Q_m * 100}{V_t}$$

#### **IV.2.5. Surface latérale minimale $A_c$ :**

La surface latérale est le rapport entre le débit majoré sécurisé  $Q_m$  et la vitesse horizontale  $V_h$ . [16]

#### **IV.2.6. Hauteur « d » et largeur « B » :**

La hauteur du bassin « d » est donnée par le rapport entre la surface latérale  $A_c$  et la largeur « B » :  $d = \frac{A_c}{B}$

Où la largeur est choisie par itération dans l'intervalle : [1.83m, 6.07m].

Ou bien imposer une valeur à 'd' dans l'intervalle : [0.91m, 6.07].

On accepte les valeurs vérifiant la condition [16] :

$$0.3 < \frac{d}{B} < 0.5$$

#### **IV.2.7. La longueur « L » :**

$$L = \frac{A_h}{B} = F \frac{V_h}{V_t}$$

En utilisant B qui a vérifié la première condition, on calcule L. Une autre condition doit être vérifiée : selon API 421 le rapport  $\frac{L}{B}$  doit être supérieur ou égal à 5. [16]

#### IV.2.8. Le volume du bassin :

Après avoir calculé les dimensions qui vérifient les deux conditions précédentes, le volume de bassin est le produit.

$$V = d * B * L$$

#### IV.2.9. Temps de remonté d'une gouttelette d'huile :

C'est le rapport entre la hauteur et la vitesse ascensionnelle : [16]

$$T_r = \frac{d}{V_t}$$

#### IV.3. Dimensionnement du déshuileur :

Avant de déterminer la taille nominale d'un séparateur, il faut indiquer sa catégorie, afin de spécifier le type d'installation de l'appareil.

On distingue deux catégories : a et b.

- Catégorie (a) est spécifique pour le traitement des eaux usées issues des activités des stations et contaminées par des hydrocarbures : les lavages auto, la distribution ouverte des carburants, et les ateliers mécanique.
- Catégorie (b) est spécifique pour le traitement des eaux de pluie contaminées par des hydrocarbures provenant des zones imperméables comme les parkings découvertes et la distribution des carburants découvertes. [27]

Après avoir déterminé le type de déversement d'effluent, il faut connaître le type de séparateur. Il existe 4 classes principales :

- Le débourbeur (s).
- Séparateur classe I.
- Séparateur classe II.
- Colonne d'échantillonnage P.

##### IV.3.1 La taille nominale du déshuileur :

La taille nominale du séparateur dépend essentiellement du débit des effluents à traiter, il faut prendre en compte les éléments suivants [27] :

- Débit maximum des eaux de pluies.
- Débit des eaux usées de production.
- La masse volumique des hydrocarbures.
- Présence des détergents dans le mélange traité.

Selon NFEN58-2, la taille nominale d'un déshuileur est donnée par [27] :

$$TN = (Q_R + f_x * Q_s) * f_d$$

TN : Taille nominal.

$Q_R$ : Débit maximum des eaux de pluies en L/s

$f_x$ : Facteur relatif à l'entrave selon la nature du déversement.

$Q_s$ : Débit maximum des eaux usées en L/s.

$f_d$ : Facteur relatif à la masse volumique des hydrocarbures.

Sachant que les tailles recommandées sont : { 1 ,3 ,5 ,6 ,10 ,15 ,20 ,30 ,40 ,50 ,65 ,80 ,100 ,125 ,150 ,200 ,300 ,400 ,500 } [28].

#### IV.3.2. Calcul du débit de pluie $Q_R$ :

On distingue deux cas pour calculer le débit des pluies :

a) Si la surface de la section découverte est inférieure à 1 Hectare ( $A < 10000\text{m}^2$ ) :

Le débit est donné par :  $Q_R = \Psi * i * A$

$\Psi$  : Coefficient de ruissellement (généralement 0.9).

$A$  : Surface découverte de la zone de captage des eaux de pluies, mesurée horizontalement en  $\text{m}^2$ .

$i$  : Intensité pluviométrique annuelle ou décanal en  $\text{L/s.m}^2$ . L'intensité pluviale donne la probabilité de précipitation d'une région. La carte qui suit montre les grandes régions pluviométriques en Algérie. [27]

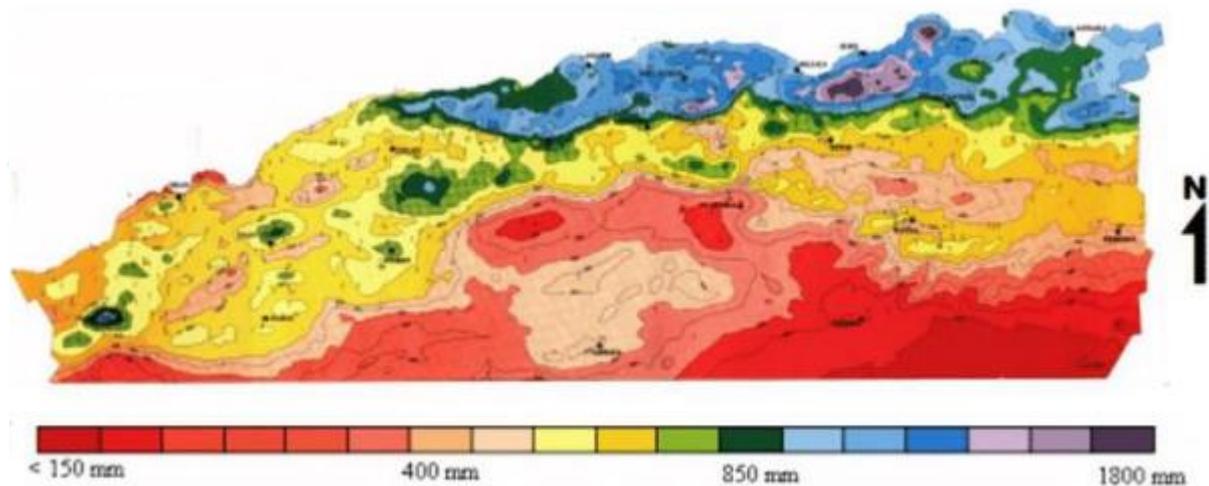


Figure 6: Carte de précipitation pluviale en Algérie.

Elle est calculée par le type de Bernard :

$$i = \frac{C * T^m}{D^b}$$

Ou  $C$ ,  $m$ ,  $b$ , sont des constantes de Bernard.

$T$  : durée de précipitation,

$D$  : période de retour.

Le travail de Salima Guechi [28] donne la relation de l'intensité pluviale à Annaba comme suit :

$$i = \frac{187.52 * T^{0.142}}{D^{0.57}}$$

b) Si la surface de la section découverte est supérieure d'1 Hectare ( $A > 10000 \text{ m}^2$ ) :

On utilise la méthode de Caquot pour calculer le débit des eaux des pluies. Cette méthode annonce :

$$Q_R = K * I^\alpha * C^\beta * A^\gamma.$$

I : Pente moyenne du bassin versant en m/m

C : Coefficient de ruissellement.

A : Superficie du bassin en Ha.

K,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  : Paramètres de Caquot (sans unité) dépendants des périodes de retour déterminé selon le tableau ci-dessous [29] :

**Tableau 4 : Valeurs des coefficients de Caquot selon la période de retour.**

Période de retour	Paramètres			
	K	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
10 ans	1.43	0.29	1.2	0.78
5 ans	1.327	0.24	1.17	0.81
2 ans	1.121	0.26	1.18	0.8
1 an	0.804	0.26	1.18	0.8

- Le choix du coefficient de ruissellement : Il doit être déterminé le plus justement possible, car il englobe plusieurs paramètres comme la perméabilité des sols, l'influence de la topographie et l'urbanisation du bassin...etc.

Il existe deux méthodes de détermination de C [1] :

1<sup>er</sup> méthode :

**Tableau 5: Valeurs de coefficient de ruissellement selon la nature de surface.**

Nature de surface		Coefficient de ruissellement
	Pavage, chaussé revêtues, piste ciment	$0.7 \leq C \leq 0.95$
	Toitures et terrasses	$0.75 \leq C \leq 0.95$
Sols imperméables	$I < 2\%$	$0.13 \leq C \leq 0.18$
	$2\% < I < 7\%$	$0.18 \leq C \leq 0.25$

avec végétations	$I > 7\%$	$0.25 \leq C \leq 0.35$
	$I < 2\%$	$0.05 \leq C \leq 0.1$
Sols perméables avec végétations	$2\% < I < 7\%$	$0.1 \leq C \leq 0.15$
	$I > 7\%$	$0.15 \leq C \leq 0.2$

2ème méthode :

**Tableau 6: Valeurs de coefficient de ruissellement selon le type d'occupation du sol.**

Type d'occupation de sol		Coefficient de ruissellement
	Commercial	$0.7 \leq C \leq 0.95$
Résidentiel	Lotissement	$0.3 \leq C \leq 0.5$
	Collectif	$0.5 \leq C \leq 0.75$
	Habitat dispersé	$0.25 \leq C \leq 0.4$
industriel	Par et jardin publics	$0.05 \leq C \leq 0.25$
	Terrains de sport	$0.1 \leq C \leq 0.3$
	Terrains vague	$0.05 \leq C \leq 0.15$
Terre agricole	Drainées	$0.05 \leq C \leq 0.13$
	Non drainées	$0.03 \leq C \leq 0.07$

Dans les deux cas, si l'installation nécessite un déversoir d'orage le débit d'eau de pluie traitée est de 20% seulement de la valeur du  $Q_R$ , calculé en utilisant l'intensité pluviale décanal. Sinon, on traite 100% du débit, en utilisant l'intensité pluviométrique annuelle. [27]

#### IV.3.3. Calcul du facteur de l'entrave $f_x$ :

Ce facteur dépend de la présence des détergents dans les eaux usées, simplifié comme suit [27] :

$f_x = 2$  pour un type de déversement d'effluent de catégorie a.

$f_x = 0$  pour un type de déversement d'effluent de catégorie b.

#### IV.3.4. Calcul du $Q_s$ :

Concerne les types de déversement de catégorie (a). C'est la somme des débits partiels entrant au séparateur :

$$Q_s = Q_{S1} + Q_{S2} + Q_{S3}$$

- a)  $Q_{S1}$ : débit maximum des eaux usées de production provenant des robinets de puisage en L/s.

Pour une pression d'alimentation constante à 4 bars, les débits peuvent être estimés en utilisant le tableau ci-dessous [27] :

**Tableau 7: Les débits de robinets selon leur diamètre nominal en L/s.**

Diamètre nominal du robinet en mm	Débit des robinets en L/s				
	1er robinet	2em robinet	3em robinet	4 eme robinet	5 eme robinet
15	0.5	0.5	0.35	0.25	0.1
20	1	1	0.7	0.5	0.2
25	1.7	1.7	1.2	0.85	0.3

Si la pression est différente de 4 bars, les débits doivent être convertis par l'équation suivante :

$$Q_{S1}(x \text{ bars}) = \frac{Q_{S1}(4 \text{ bars})}{\sqrt{\frac{4}{x}}}$$

- b)  $Q_{S2}$  : Débit maximum des eaux usées provenant de l'unité de lavage automatique en L/s :

Si l'unité de lavage a un reflux < 20 bars :  $Q_{S2} = 0$ . [27]

Sinon,  $Q_{S2} = 2$  L/s, et si la station a une unité de lavage automatique, on ajoute 1 L/s.

- c)  $Q_{S3}$ : Débit maximum des eaux usées provenant d'unité de nettoyage à haute pression en L/s :

L'existence d'une unité de nettoyage automatique lui donne une valeur initiale de 2 L/s, puis on ajoute 1 L/s pour chaque unité. [27]

#### IV.3.5. Calcul du facteur relatif $f_d$ :

Ce facteur dépend de la combinaison spécifique de l'installation des constantes donné dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 8: Valeurs de coefficient  $f_d$  selon l'hydrocarbure éliminé [27].**

Famille d'hydrocarbures	$f_d$		
	S_I_P (a)	S_II_P	S_I_II_P(b)
Essence et gasoil	1	1	1
Huile lubrifiante	1.5	2	1
Essence térébenthine	1.5	2	1
Huile paraffine	2	3	1

#### IV.3.6. Volume de déboureur :

Ce volume dépend de deux paramètres importants : la taille choisie et la quantité des boues dans l'eau traitée [27].

Dans le cas d'une faible quantité de boues, comme les parkings :

$$V = 100 * \frac{TN}{f_d}$$

Si la quantité moyenne, comme les garages et station de lavage manuelle

$$V = 200 * \frac{TN}{f_d}$$

Et si la quantité de boues est élevée comme les stations de lavage des véhicules de chantier, machines de chantier et d'agriculture, lavage des camions et les sites de lavage automatique (rouleau + couloir) :

$$V = 300 * \frac{TN}{f_d}$$

#### IV.4. Résistance au poids sur le séparateur :

##### IV.4.1. Charge sur couvercle :

- Piéton : 3 KN.
- Véhicule légers : 15 KN.
- Camion : 125 - 250 KN. [27]

##### IV.4.2. Choix de résistance de tampon :

- Hors circulation : 125 KN.
- Passage accidentel : 250KN.
- Passage lourd et intensif + amorce cheminée : 400KN [27].

#### IV.5. Dimensionnement du DAF :

Le dimensionnement d'un dispositif de flottation par air dissous (DAF) dépend de plusieurs facteurs, tel que le débit d'eau à traiter, les caractéristiques des particules à éliminer,

la qualité de l'eau d'alimentation, les objectifs de traitement...etc. Voici quelques étapes générales pour le dimensionnement d'un DAF [30] :

1. Détermination du débit d'eau à traiter :

Cela peut être basé sur la demande en eau de votre processus ou sur d'autres facteurs spécifiques à votre application.

2. Caractérisation des particules à éliminer :

Identifier les caractéristiques des particules en suspension dans l'eau, comme la taille, la densité la flottabilité...etc. Cela nécessite des tests en laboratoire ou des données existantes sur la qualité de l'eau.

3. Choix du type de DAF :

Il existe différents types de DAF : DAF à débit horizontal, débit vertical, débit contre-courant ou débit en courant croisé. Il faut choisir le type approprié en fonction des besoins et des caractéristiques du processus.

4. Calcul des dimensions du réservoir :

Calculer la taille du réservoir de flottation en fonction du débit d'eau à traiter, du temps de rétention requis et des paramètres de conception spécifiques du DAF choisi. Les dimensions du réservoir peuvent influencer l'efficacité du processus de flottation.

5. Calcul des débits d'air et de flocculant :

Déterminer les débits d'air dissous et de flocculant nécessaires en fonction des caractéristiques des particules à éliminer. Ces paramètres peuvent varier en fonction des spécifications du fabricant du DAF.

6. Considération des équipements auxiliaires :

En plus de réservoir de flottation, il peut être nécessaire d'inclure d'autres équipements, tels que des pompes, des dispositifs de mélange, des systèmes de contrôle...etc., pour un fonctionnement efficace du DAF.

**IV.5.1. Débit de DAF :**

$$\text{Débit de DAF} = Q + Q * \% \text{ recirculation}$$

**IV.5.2. Surface requise du DAF :**

Pour déterminer la surface du DAF, un test de laboratoire d'un échantillon de l'eau traitée est obligatoire. Dans ce test, il faut déterminer le temps nécessaire pour qu'une particule de solide monte à la surface, ce paramètre est dit le taux d'ascension. La surface requise du DAF est le produit de taux d'ascension et le débit de DAF convertit en pieds cube par minute. [31]

$$\text{Surface requise} = \frac{\text{Débit de DAF}}{\text{Temps d'ascension}}$$

#### IV.5.3. Le taux de charge hydraulique :

Le taux de charge hydraulique est le débit en gallons par pied carré de surface. Le taux de charge hydraulique est une fonction décrivant deux vitesses concurrentes dans un bassin DAF. Il s'agit de la vitesse horizontale de l'eau et de la vitesse verticale de tout solide en suspension dans cette colonne d'eau. Le calcul de taux de charge hydraulique dépend du débit entrant au DAF (gal/min), du pourcentage de recirculation et de la surface requise [31] :

$$\text{Taux de charge hydraulique} = \frac{\text{débit de DAF}}{\text{Surface requis}}$$

Il faut préciser que si le taux charge hydraulique dépasse 0.24 gal/min\* $\text{ft}^2$  la particule flottera à la surface du DAF ou sera raclée par le système de chaîne et de palette.

#### IV.5.4. Temps de rétention du DAF :

$$\text{temps retention} = \frac{\text{Volume du DAF}}{\text{Débit du DAF}}$$

Le vrai taux d'ascension est déterminé en fonction du temps de rétention [31] :

$$\text{Taux d'ascension} = \frac{\text{hauteur}}{\text{temps de rétention}}$$

#### IV.5.5. Taux de charge solide :

C'est la masse du solide accumulée (en pound) par unité de surface (en pieds carré) pendant une heure de travail, en termes simples, il existe une limite au volume de solides pouvant s'accumuler à la surface d'un DAF avant que les performances ne soient perturbées.

$$\text{taux de charge solide} = \frac{\text{teneur en HC} * Q * 8.34}{\text{Surface} * 10^6}$$

Un système fonctionnant de manière optimale accumulera les solides uniformément sur la surface du DAF. Les solides passeront d'une couche fine à un épaissement progressif. [31]

#### IV.5.6. Rapport Air/Solide :

Ce rapport calcule la quantité d'air appliquée à un volume donné de solides en suspension dans le processus DAF. Le rapport est donné par :

$$\frac{A}{S} = \frac{1.3 * S_A * (P - 1) * R}{SS * Q}$$

D'où

- $S_A$  : Solubilité de l'eau.
- $P$  : Pression atmosphérique à 20°C.
- $SS$  : Teneur en hydrocarbures suspendus.
- $R$  : Taux de recirculation (gallon par min).
- $Q$  : Débit du DAF (gallon par min).

#### IV.5.7. Volume du DAF :

Supposant un temps de détention optimal entre 20 à 30 minutes, le volume de réservoir est donné par :

$$V = \frac{Q * t * (1 + A/S)}{SLR}$$

D'ou :

Q : débit d'eau traitée (ft /h).

t : temps de détention (h).

A/S: Rapport air/solide.

SLR : taux de charge hydraulique.

#### IV.5.8. Diamètre nominale du DAF :

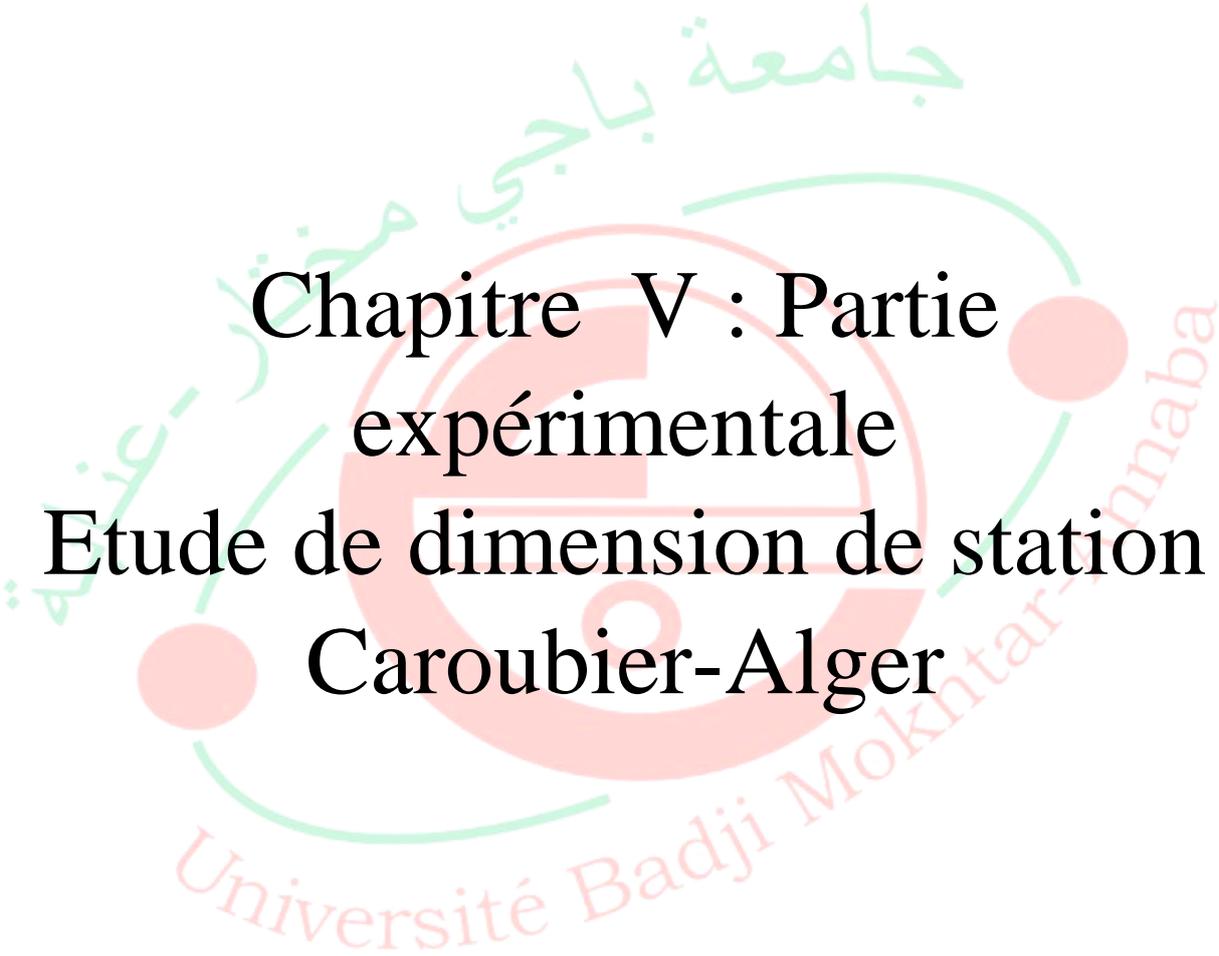
$$D = \sqrt{\frac{Q}{4.5}}$$

Ou  $V_t$  est la vitesse ascensionnelle. [32]

#### Conclusion :

En conclusion, la théorie du dimensionnement d'une station d'épuration est complexe et nécessite une évaluation minutieuse de nombreux paramètres. La compréhension et l'application adéquate de ces paramètres sont essentielles pour concevoir une station d'épuration efficace et adaptée aux besoins spécifiques d'un site donné.

جامعة باجي مختار عنابة  
Chapitre V : Partie  
expérimentale  
Etude de dimension de station  
Caroubier-Alger

The page features a large, faint watermark of the Université Badji Mokhtar - Annaba logo. The logo consists of a stylized red 'U' with a green arc above it and two red circles on either side. The text 'جامعة باجي مختار عنابة' is written in green above the 'U', and 'Université Badji Mokhtar - Annaba' is written in red below it.

## V.1. Calcul traditionnel :

### V.1.1. Pour le bassin :

La vitesse ascensionnelle  $V_t$  :

Calculée en utilisant la loi de Stocks :

$\rho$  : Masse volumique de l'eau = 1 g/cm<sup>3</sup>

$\rho'$  : Masse volumique d'huile = 0.805 g/cm<sup>3</sup>

$\mu$  : viscosité de l'eau = 0.01 Pa s

$$V_t = 0.0123 * \frac{1 - 0.805}{0.01} = 0.23985 \text{ cm/sec}$$

$$V_t = 2.3985 * 10^{-3} \text{ m/s}$$

La vitesse d'écoulement  $V_h$  :

$$V_h = 15 * V_t = 15 * 2.3985 * 10^{-3} = 0.036 \text{ m/sec}$$

Ce résultat dépasse la valeur maximale de la vitesse d'écoulement. On prend donc  $V_h = 1.5$  cm/s.

Le débit majeur sécurisé :

On a déjà noté que le bassin reçoit deux débits de deux pompes, chacun de 20 m<sup>3</sup>/h, ce qui donne un débit global de 40 m<sup>3</sup>/h. On prend le coefficient de sécurité : K=2. [32]

Le débit journalier est donc :

$$Q_j = 24 * 40 = 960 \text{ m}^3/\text{jour}$$

Le débit majeur :

$$Q_{maj} = 10\% * Q_j = 0.1 * 960 = 96 \text{ m}^3/\text{jour}$$

Ce qui donne un débit majeur sécurisé de :

$$Q_m = (Q_j + Q_{maj} * 10\%) * K$$

$$Q_m = (960 + 96) * 2$$

$$Q_m = 2112 \text{ m}^3/\text{jour} = 0.0244 \text{ m}^3/\text{s}$$

La surface horizontale minimale  $A_h$  :

Le rapport entre les deux vitesses donne :

$$\frac{V_h}{V_t} = \frac{0.015}{2.3985 * 10^{-3}} = 6.25$$

Cette valeur est intermédiaire. Le coefficient de turbidité qui convient doit être déterminé graphiquement.

Les valeurs de  $F_t$  tracent la courbe suivante :

La pente entre les deux points (6, 10) :

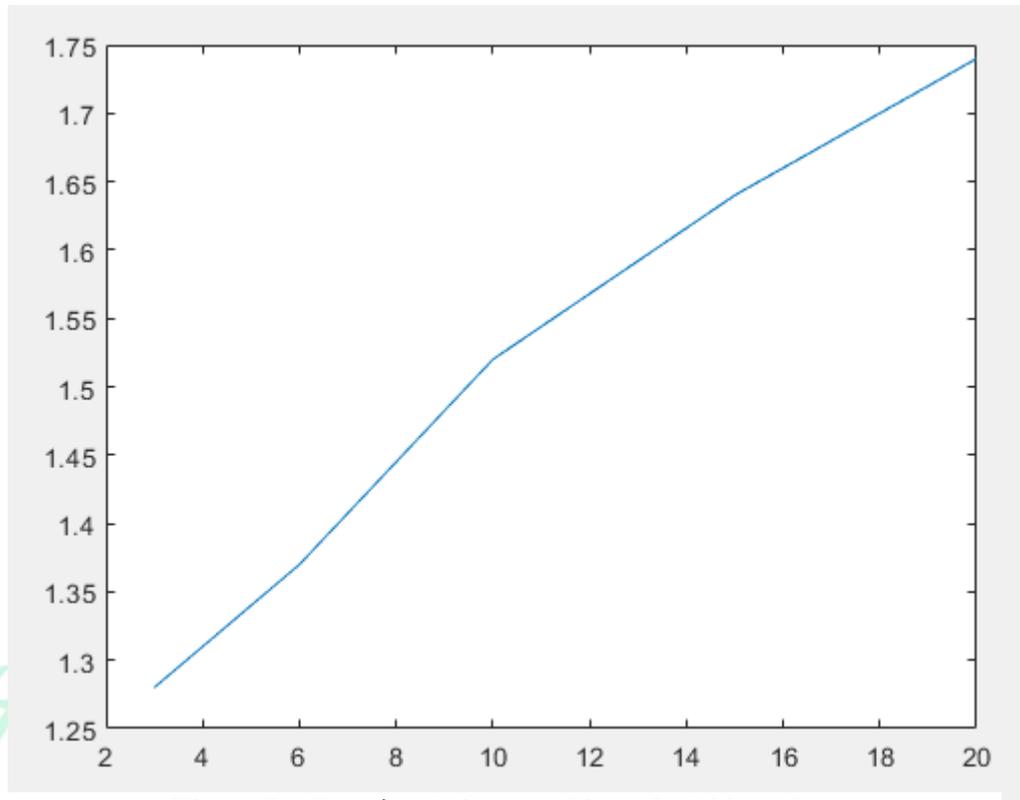


Figure 7: Représentation graphique du tableau 3.

$$y = \frac{1.52 - 1.37}{10 - 6} = 0.0375$$

On cherche  $F_t$  qui correspond à  $\frac{V_h}{V_t} = 6.25$ .

$$0.0375 = \frac{1.52 - F_t}{10 - 6.25}$$

$$\Rightarrow F_t = 1.52 - 0.0375 * (10 - 6.25) = 1.379$$

$$\Rightarrow F = 1.2 * F_t = 1.2 * 1.379 = 1.655$$

$$A_h = F * \frac{Q_m}{V_t} = 1.655 * \frac{0.0244}{2.3985 * 10^{-3}}$$

$$A_h = 16.84 \text{ m}^2$$

Surface latérale minimale  $A_c$ :

$$A_c = \frac{Q_m}{V_h} = \frac{0.0244}{0.015} = 1.62$$

La hauteur « d » et la largeur « B » :

On prend des valeurs aléatoires de « d », comprises entre [0.6, 2.4] et on teste la 1<sup>ère</sup> condition.

**Tableau 9: Test de condition n°1  $0.3 < d/B < 0.5$  (valeurs vérifiées en rouge).**

d	B	d/B
0,6	2,66666667	0,225
0,7	2,28571429	0,30625
0,8	2	0,4
0,9	1,77777778	0,50625
1	1,6	0,625
1,1	1,45454545	0,75625
1,2	1,33333333	0,9
1,3	1,23076923	1,05625
1,4	1,14285714	1,225
1,5	1,06666667	1,40625
1,6	1	1,6
1,7	0,94117647	1,80625
1,8	0,88888889	2,025
1,9	0,84210526	2,25625
2	0,8	2,5
2,1	0,76190476	2,75625
2,2	0,72727273	3,025
2,3	0,69565217	3,30625
2,4	0,66666667	3,6

Trois valeurs de B confirment la première condition, et de là on calcule la longueur L, qui doit confirmer la 2<sup>ème</sup> condition  $\frac{L}{B} > 5$ .

**Tableau 10: Test de condition n°2 :  $L/B > 5$  (valeur vérifiée en rouge).**

L	L/B
7,315	3,2003125
8,36	4,18
9,405	5,2903125

Une seule valeur de L confirme la deuxième condition : L = 9.405 m, ce qui donne les trois dimensions du bassin comme suit (en mètre) :

**Tableau 11: Dimensions finales.**

D	B	L
0.9	1,77777778	9.405

Le volume du bassin est donc :

$$V = d * B * L$$

$$V = 0.9 * 1.78 * 9.4 = 15.06 \text{ m}^3$$

Le temps de remontée des gouttelettes d'huile :

$$T_r = \frac{d}{V_t}$$

$$T_r = \frac{0.9}{2.3985 * 10^{-3}} = 375.23 \text{ sec}$$

### V.1.2. Pour le déshuileur :

L'analyse d'un échantillon d'eau de rejet du Carroubier donne les résultats suivants [9] :

**Tableau 12: Résultats des analyses.**

Paramètres	Unités	Valeurs limites	Tolérance aux valeurs limites	Résultats	Normes d'analyses
T	°C	30	35	22.9	Thermométrie
pH		5.5-8.5	5.5-8.5	7.62	NFT99-008:2021
DBO	mg/L	25	30	764	NF EN 1899-1
DCO		100	120	2204	NFT90101
MES	mg/L	25	30	201.59	NF EN 872 juin 2005
Indice de phénols	mg/L	0.25	0.5	0.83	NF EN 25663 : 1994
Huiles et graisses	mg/L	15	20	20.99	Rodier 1996
Hydrocarbures totaux	mg/L	5	10	70.25	NF M 07-203.Déc 2008
Pb	mg/L	0.5	1	0.93	NF EN ISO 15586:2004

$Cr^{3+}$	mg/L	0.05	0.3	0.09	NF EN ISO 10304 Oct 97-3
$Cr^{6+}$	mg/L	0.1	0.5	0.3	NF EN ISO 10304 Oct 97-3

Avant de calculer la taille nominale du déshuileur, il faut d'abord spécifier le type d'installation, les fonctions spécifiques et la raison d'utilisation du séparateur qui dépendent des résultats des analyses précédentes.

Toutes ces informations sont résumées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 13: Détails importants du centre de dépôt.**

Classe du séparateur	S-II-P
Catégorie de déversement d'effluent	Catégorie (b)
Teneur limite en HC	100 mg /L

La taille nominale du séparateur est donnée par la loi suivante :

$$TN = (Q_R + f_x * Q_s) * f_d$$

- Le débit d'eau pluviale  $Q_R$  :

La surface de la zone de réception dans la station Caroubier est environ 70 000 m<sup>2</sup> (7 ha), donc on utilise la méthode de Caquot dans le calcul des débits d'eaux pluviales et usées [32].

Pour une période de retour de 10 ans les constantes prises dans ce calcul sont :

**Tableau 14: Les coefficients choisis.**

K	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
1.43	0.29	1.2	0.78

La formule du débit est :

$$Q_R = K * I^\alpha * C^\beta * A^\gamma$$

D'où

I : la pente du bassin versant : 0.009 m/m.

C : coefficient de ruissellement : 0.7.

A : superficie du bassin : 7 ha.

$$\Rightarrow Q_R = 1.43 * 0.009^{0.29} * 0.7^{1.2} * 7^{0.78}$$

$$\Rightarrow Q_R = 1.08 \text{ m}^3/\text{sec}$$

L'installation nécessite un déversoir d'orage qui réduit le débit d'eau à une valeur initiale de 20% , on aura donc :

$$\Rightarrow Q_R = 0.2 * 1.08 = 0.217 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\Rightarrow Q_R = 217 \text{ L/sec}$$

- Le facteur de l'entrave  $f_x$ :

Ce facteur dépend de la nature du déversement de l'effluent seulement, dans ce cas, on a un déversement de catégorie (b) :

$$f_x = 0$$

Comme le facteur est nul, le débit des eaux usées  $Q_S$  est négligeable.

- Le facteur relatif à la masse volumique :

Ce facteur dépend de la famille des hydrocarbure, et selon -Tab 7- l'essence et le gasoil sous la classe S-II-P a un facteur  $f_d = 1$ .

Ces valeurs nous donnent une taille nominale de :

$$TN = 217 * 1 = 217 \text{ L/sec}$$

La plus proche valeur recommandée est 300.

- Le volume de déboureur :

Le traitement des eaux usées de cette station a une faible quantité des boues, c'est-à-dire :

$$V = 100 * \frac{TN}{f_d}$$

$$V = 100 * 300 = 30000 \text{ litres}$$

## V.2. Vérification des calculs par logiciel

Pour faciliter le calcul, et éviter les erreurs on utilise un logiciel pour étudier l'ensemble des processus en peu de temps. Nous avons choisi MATLAB, dans lequel nous avons entré toutes les formules nécessaires pour calculer les dimensions de tous types de séparateurs. Il suffit d'entrer les données nécessaires pour lancer le programme.

### V.2.1. MATLAB :

Le logiciel MATLAB est un environnement informatique simple et efficace pour les ingénieurs et les scientifiques. Grâce aux mathématiques, aux graphiques et à la programmation. MATLAB est conçu pour s'adapter à divers manières de travailler afin d'optimiser et faciliter les résultats.

Le programme fonctionne en donnant les paramètres de base relatifs à la station étudiée et les hydrocarbures mis en jeux. [33]

### V.2.2. Le programme de calcul du déshuileur :

(Voir annexe)

### V.2.2. Le programme de calcul du déshuileur :

(Voir annexe)

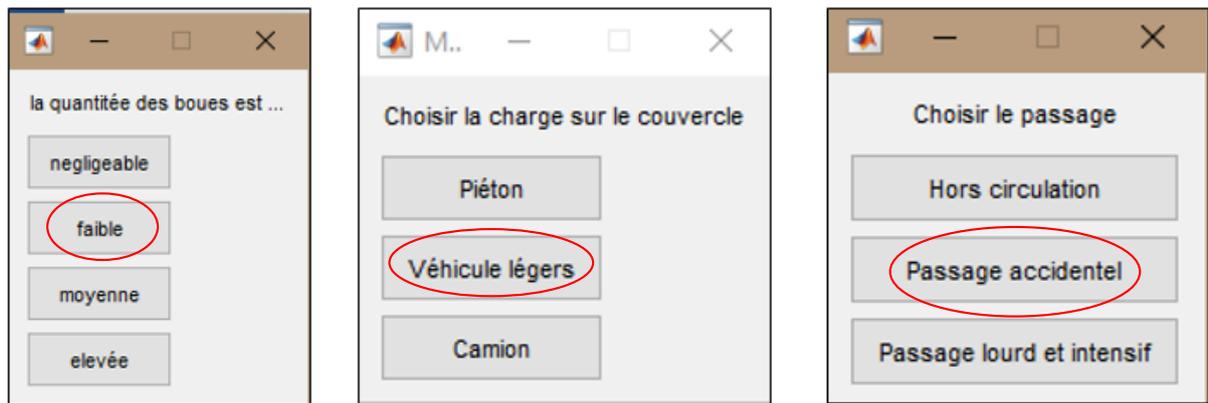
Le programme commence en cliquant sur la commande 'Run' sur MATLAB. Il pose à l'utilisateur quelques questions pour entrer les données du calcul.

Dans notre cas les données sont :

Figure 10: Entrer les données spécifiques des débits d'eau.

Figure 8: Entrer les données de la surface du centre.

Figure 9: choisir les données spécifiques de nature d'effluent.



**Figure 11: Choisir les données spécifiques de nature d'effluent.**

A la fin du questionnaire, le programme affiche le message suivant :

```

*****
*****
**  Les dimension du bassin:                               **
**  Langueur  : 9.317594e+00 m                             **
**  Largeur   : 1.810700e+00 m                             **
**  Hauteur   : 9.000000e-01 m                             **
**  Le volume : 1.518423e+01 m^3                           **
**  Les dimensions du déshuileur                           **
**  La taille choisie du séparateur est 300                **
**  Le volume de débourbeur est 30000 litres              **
**  La résistance du charge sur le couvercle 15 KN**      **
**  La résistance du tampon est 125 KN                     **
*****
*****

```

**Figure 12: Résultats obtenus.**

Tableau 15: Tous les valeurs obtenus, de la section Workspace:

Symbol	Signification	Unité	Valeur
<u>Ac</u>	Surface latérale minimale	m <sup>2</sup>	1.6296
<u>Ah</u>	Surface horizontale minimale	m <sup>2</sup>	17.0184
<u>F</u>	Facteur de turbidité		1.6699
<u>Ft</u>	Facteur de turbidité		1.3915
Hauteur	Hauteur du bassin de décantation	m	0.9
Langueur	Langueur du bassin de décantation	m	9.3988
Largeur	Largeur du bassin de décantation	m	1.8107
<u>Qj</u>	Débit journalier	m <sup>3</sup> /jour	960
<u>Qm</u>	Débit majeur sécurisé	m <sup>3</sup> /sec	0.0244
<u>Qmaj</u>	Débit majeur	m <sup>3</sup> /jour	96
<u>Qr</u>	Débit d'eau de pluie	m <sup>3</sup> /sec	216.9654
<u>Qs</u>	Débit max d'eau usée	m <sup>3</sup> /sec	0
TN	Taille nominale du séparateur		216.9654
T	Taille nominale choisie		300
V	Volume du débourbeur	m <sup>3</sup>	30000
<u>Vh</u>	Vitesse d'écoulement	m/s	0.015
Volume	Volume du bassin	m <sup>3</sup>	15.3166
<u>Vt</u>	Vitesse ascensionnelle	m/s	0.0024

- Remarque :

Il est clair que les résultats obtenus par MATLAB, confirment les valeurs obtenues manuellement.

### V.3. Le choix du déshuileur :

Pour une taille nominale de 300, et un volume de débourbeur de 30000 litres. Le déshuileur de type Oleocido-G est le plus adapté. [34]



Figure 13: Déshuileur Oléocido-GB.

On propose deux options :

- 1<sup>er</sup> choix : l'article n° PA06624, qui a une taille nominale NS 300, un volume de débourbeur de 30000 litres, et un volume total de 80000 litres.
- le 2<sup>ème</sup> choix : (le plus recommandé) installer deux appareils de l'article n°PA06608, avec une taille nominale équivalente à 150, un volume de débourbeur de 15000 litres et un volume total de 35000 litres.

L'installation et la maintenance de la deuxième option seront moins chères avec une efficacité de travail identique.

Les dimensions de ces deux articles sont démontrées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 16: Dimensions d'un déshuileur de type Olécido-GB.**

N° de l'article	Taille nominal	Langueur (mm)	Diamètre (mm)	Hauteur (mm)	Nombre de rehausse	FEE (mm)	FEES (mm)
PA06608	NS 150	9710	2500	2600	567*3	1650	1550
PA06624	NS 300	12300	3000	3100	567*3	1970	1920

### **V.3.1. Caractéristique du déshuileur :**

- Séparateur polyester renforcé de fibres de verre.
- Débourbeurs et fibres coalesceurs intégrés.
- Obturateur automatique.
- Alarme en option.
- Avec By-Pass. [34]

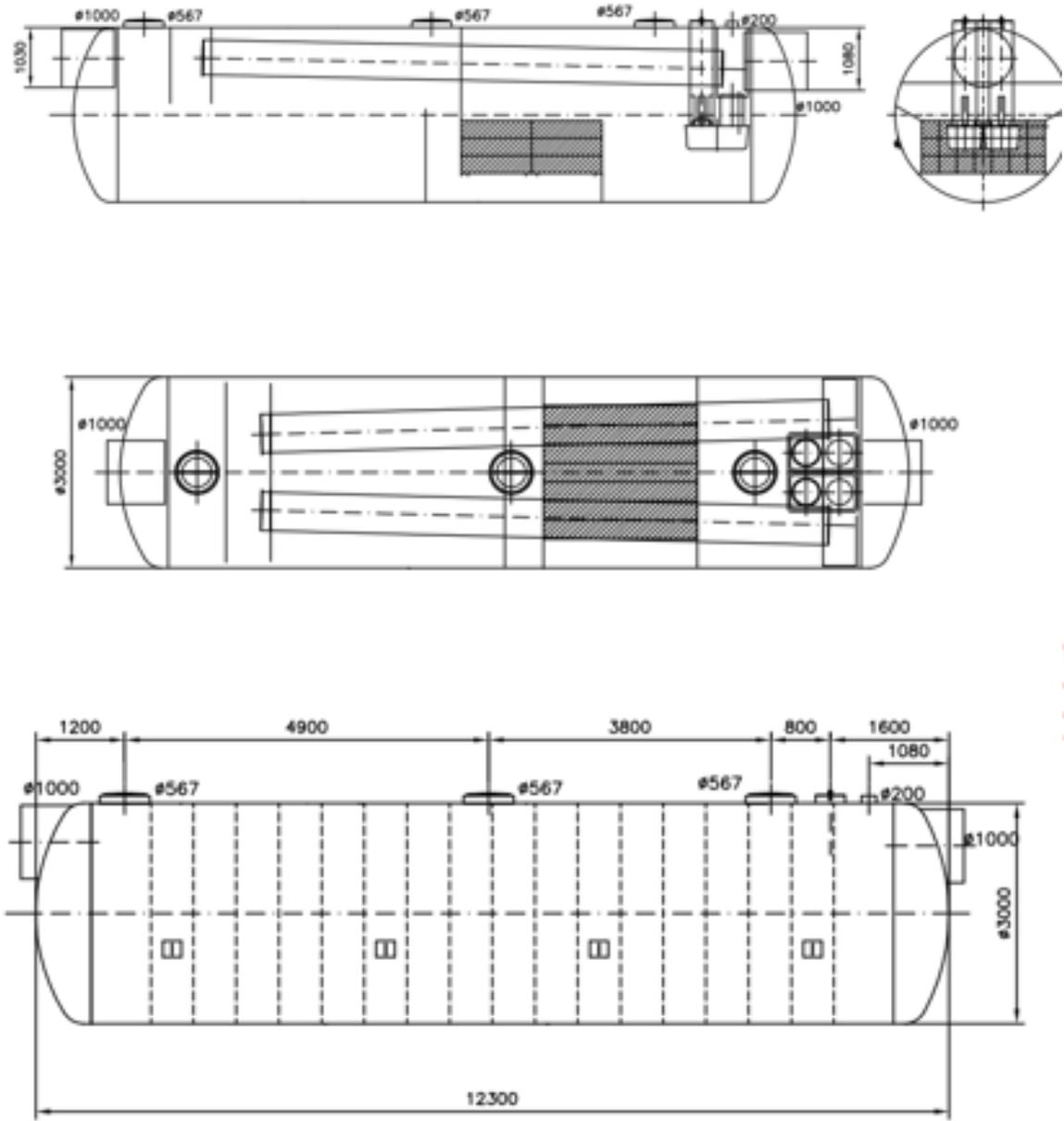


Figure 14: Schéma explicatif de fabrication d'un déshuileur de deux vues de profil ( haut et bas) et une vues de haut (milieu).

### Pour le DAF :

Les dimensions du DAF dépendent de :

- Le débit de l'eau à traiter.
- La vitesse de flottation ( $V_f$ ).
- Le temps de séjour ( $T_R$ ).

Dans ce cas, le débit de l'eau traitée est de  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ , avec un pourcentage de recirculation de 10%.

On cherche la vitesse de flottation et le temps de séjour qui convient, en utilisant les dimensions des DAF publiées par 'Wastewater équipement industries' (TORO). La publication donne des dimensions pour les débits suivants : 10, 20, 30, 60 et  $90 \text{ m}^3/\text{h}$ . [35]

On a :

$$S = \frac{Q_{DAF}}{V_f}$$

$$\Rightarrow V_f = \frac{Q_{DAF}}{S} \dots (1)$$

D'où  $Q_{DAF} = 40 + 40 * 0.1 = 44 \text{ m}^3/\text{h}$

On a aussi :

$$T_R = \frac{V}{Q_{DAF}} \dots (2)$$

On utilise les deux équations (1) et (2) sur les dimensions du TORO, on trouve :

**Tableau 17: Les dimensions des DAF (TORO).** [35]

Débit ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	$Q_{DAF}$ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Surface ( $\text{m}^2$ )	Volume ( $\text{m}^3$ )	Vitesse (m/h)	Temps de séjour (h)
10	11	3,414	2,415	2,902	8,24481	23,9264386	1,33417265	2,17513078
20	22	4,814	2,859	2,88	13,763226	39,6380909	1,59846245	1,8017314
30	33	4,907	3,765	3,176	18,474855	58,6761395	1,78621158	1,77806483
60	66	8,61	3,535	3,181	30,43635	96,8180294	2,16845975	1,46693984
90	99	11,931	3,535	3,181	42,176085	134,162126	2,34730179	1,35517299

On prend la moyenne des vitesses et des temps de séjour :

**Tableau 18: valeurs moyenne de vitesse et temps de séjour.**

	$V_f$ (m/h)	$T_R$ (h)
Moyen	1.852	1.67

La hauteur est calculée par :  $h = \frac{V}{S}$

On remarque que le rapport  $\frac{\text{Hauteur}}{\text{largeur}} \approx 0.97$

Alors :  $l = \frac{h}{0.97}$

Avec les résultats obtenus, on calcule les dimensions d'un DAF de  $40 \text{ m}^3/\text{h}$  :

**Tableau 19: dimensions du DAF pour un débit de  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ .**

$Q_{DAF} (\text{m}^3/\text{h})$	$V_f (\text{m/h})$	$T_R (\text{h})$	S ( $\text{m}^2$ )	V ( $\text{m}^3$ )	Hauteur (m)	Largeur (m)	Longueur (m)
44	1.852	1.67	23.823	73.478	3.168	3.265	7.297

Calcul des paramètres du DAF :

- Taux de charge hydraulique :

$$HLR = \frac{44}{23.823} = 1.8429 \text{ m/h}$$

- Taux de charge solide :

$$SLR = \frac{70.25 * 44 * 8.34}{23.823 * 10^6} = 1.258 \text{ g/l.h}$$

- Rapport Air/solide :

On a

- $S_A$  : Solubilité de l'eau : 8.42
- P : Pression atmosphérique à  $20^\circ\text{C}$  : 4 bars
- SS: Teneur en hydrocarbures suspendus 70.25 PPM
- R : Taux de recirculation : 0.1
- Q : Débit de l'eau traitée :  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ .

$$\frac{A}{S} = \frac{1.3 * 8.42 * (4 - 1) * 0.1}{70.25 * 40} = 0.001 \frac{\text{mg air}}{\text{mg solide}}$$

**Le programme de calcul du DAF :**

(Voir annexe)

En cliquant sur la commande 'Run' sur MATLAB, on aura le questionnaire suivant :

input

entrer la solubilité d eau  
8.42

entrer la pression atmosphérique en bars  
4

entrer la teneur en hydrocarbures en PPM  
70.25

entrer le pourcentage de recirculation  
10

entrer le débit d eau traité en m<sup>3</sup>/h  
40

OK Cancel

Figure 15: Remplir les données de l'eau à traites.

M...

choisir la vitesse de flottation (m/h)

min

moyenne

max

choisir le temps de séjour

min

moyen

max

Figure 16: choisir la vitesse et le temps de séjour.

À la fin on obtient cette boîte de message :

```

*****
*****
**  Le volume du DAF est 7.348000e+01 m^3          **
**  La surface horizontale : 2.375810e+01 m ^2      **
**  La hauteur maximal du DAF : 3.092840e+00 m     **
**  La longueur du DAF : 7.451196e+00 m           **
**  La largeur du DAF : 3.188495e+00 m            **
**  Rapport entre air et solid est : 1.168612e-03  **
**  Le diamètre nominal est : 3.126944e+00'       **
**  Le taux de charge hydraulique: 1.852000e+00 m/h **
**  Le taux de charge solide : 9.864173e-04 mg air/mg solide **
*****
*****

```

Figure 17: résultats finals.

### Conclusion :

Les deux méthodes de calcul donnent des résultats très similaires. Alors que l'utilisation de MATLAB donne des résultats plus précis plus vite, et dans un processus très simple. Les calculs obtenus permettent de choisir et construire le type de déshuileur Oléocido-GB. Du point de vue économique, deux séparateurs de volume de 15 000 litres, sont recommandés. D'autre part le DAF installé doit avoir une longueur de 7.5 m, une largeur de 3.2m et une hauteur de 3.1m, le volume moyen est donc  $73.5 m^3$ .

## *Conclusion générale*

Les eaux usées industrielles huileuses représentent une menace évidente pour notre environnement et notre santé. Les industries doivent prendre leurs responsabilités en réduisant leur impact en adoptant des méthodes de production plus propres et en investissant dans des technologies de traitement efficaces.

Grâce à nos recherches et à notre collaboration avec le Centre de dépôt Caroubier, nous avons pu déterminer les dimensions optimales pour le bassin de décantation, le séparateur d'hydrocarbures et l'unité DAF. En mettant en œuvre ces tailles recommandées, les stations de traitement des eaux peuvent éliminer efficacement les impuretés et améliorer la qualité des eaux usées pour les communautés.

Le programme MATLAB que nous avons développé fournit une solution pratique et efficace pour déterminer les dimensions appropriées des réservoirs, des séparateurs et des unités DAF, à condition que les informations d'entrée soient suffisantes. En implémentant ce programme, le temps et l'effort nécessaires au calcul manuel peuvent être considérablement réduits, tout en garantissant l'exactitude et la cohérence du processus de dimensionnement. L'interface conviviale et la flexibilité du programme le rendent adapté à une utilisation par les professionnels et les étudiants.

Après avoir effectué des recherches et des analyses, la taille optimale pour un réservoir de décantation a été déterminée à  $15\text{m}^2$ , ce qui offre un équilibre efficace entre la sédimentation et la praticité dans les usines de traitement des eaux, conduisant à une amélioration globale de la qualité de l'eau pour les consommateurs.

La taille idéale pour un séparateur d'hydrocarbures a été déterminée à 300 et le volume est de 80000 litres. Cela aide à éliminer efficacement les hydrocarbures des eaux usées et empêche les polluants nocifs d'entrer dans les cours d'eau, favorisant ainsi la durabilité environnementale. Les industries devraient prendre en compte cette taille recommandée lors de la conception de leur système de traitement des eaux usées pour maximiser l'efficacité et minimiser l'impact environnemental.

La taille appropriée pour notre unité de flottation par air dissous a été déterminée comme étant de 73,5 mètres cubes, avec une hauteur de 3,2 mètres, une longueur de 7,2 mètres et une largeur de 3,3 mètres. Dimensionner avec précision une unité de DAF peut aider à garantir la conformité aux réglementations et normes locales. Les différentes régions ont des exigences différentes en matière de traitement des eaux usées, il est donc important de dimensionner l'unité de manière précise pour s'assurer que le processus de traitement respecte ces normes et évite tout éventuel problème juridique.

Enfin, il est recommandé que les industries prennent en compte nos résultats lors de la conception de leurs systèmes de traitement des eaux usées afin d'assurer une efficacité maximale et un impact minimal sur l'environnement. Notre étude souligne l'importance de prendre la responsabilité pour notre impact sur l'environnement et de travailler ensemble vers un avenir durable.

## Annexe :

### Le programme de calcul du déshuileur :

```
%vitesse ascensionnelle
prompt={'entrer la masse volumique de l eau en g/cm^3','entrer la masse volumique
d huile en g/cm^3','entrer la viscosite dynamique en Pa.s'};
dlg_title='input';
num_lines=1;
def={' ',' ',' '};
answer=inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);
x=str2num(answer{1});
y=str2num(answer{2});
z=str2num(answer{3});
vitesse1=((0.0123*(x-y)/z))/1000;
%vitesse d'écoulement:
vitesse2=15*vitesse1;
if vitesse2<=0.015c
    vitesse2=vitesse2;
else
    vitesse2=0.015;
end
%débit magueur :
prompt={'entrer le débit d eau traité en m^3/h','entrer le coefficient de
sécurité'};
dlg_title='input';
num_lines=1;
def={' ',' '};
answer=inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);
Q=str2num(answer{1});
k=str2num(answer{2});
Qm=((Q*24+Q*0.1*24)*k)/(24*3600);
%facteur de turbidité:
f=vitesse2/vitesse1;
if (3<f)&&(f<6)
    pente=(1.37-1.28)/(6-3);
    Ft=1.37+pente*(f-6);
elseif (6<f)&&(f<10)
    pente=(1.52-1.37)/(10-6);
    Ft=1.52+pente*(f-10);
elseif (10<f)&&(f<15)
    pente=(1.64-1.52)/(15-10);
    Ft=1.64+pente*(f-15);
elseif (15<f)&&(f<20)
    pente=(1.64-1.74)/(15-20);
    Ft=1.74+pente*(f-20);
end
F=1.2*Ft;
%surface horizontal:
Ah=Qm*F/vitesse1;
Ac=Qm/vitesse2;
%hauteur, launguer, largeur:
d=[0.7 0.8 0.9 1 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2 2.1 2.2 2.3 2.4];
for i=1:14
    B(i)=Ac/d(i);
    cond1(i)=d(i)/B(i);
end
M=B((0.3<=cond1)&(cond1<=0.5));
```

```

for i=1:3
    L(i)=Ah/M(i);
    r(i)=L(i)/M(i);
end
langueur=L(r>=5);
largeur=M(r>=5);
Hauteur=d(r>=5);
V1=langueur.*largeur.*Hauteur;
%taille nominale
prompt={'entrer la surface du station en m²','entrer le coefficient de
ruissellement'};
dlg_title='input';
num_lines=1;
def={' ',' '};
answer=inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);
A=str2num(answer{1});
C=str2num(answer{2});
Bypass=menu('L installation a t il un Bypass?','oui','Non');
if A<10000
    ville=menu('Choisir la
ville','Jijel','Taref','Batna','Khenchla','Mila','Constantine','Tbessa','Guelma','
Annaba');
    if Bypass==1
        if ville==1
            i=0.009;
        elseif ville==2
            i=0.018;
        elseif ville==3
            i=0.005;
        elseif ville==4
            i=0.005;
        elseif ville==5
            i=0.008;
        elseif ville==6
            i=0.01;
        elseif ville==7
            i=0.005;
        elseif ville==8
            i=0.009;
        elseif ville==9
            i=0.007;
        end
        Qr=1000*A*C*i*0.2;
    else
        if ville==1
            i=0.047;
        elseif ville==2
            i=0.079;
        elseif ville==3
            i=0.029;
        elseif ville==4
            i=0.027;
        elseif ville==5
            i=0.039;
        elseif ville==6
            i=0.048;
        elseif ville==7
            i=0.027;
        elseif ville==8

```

```

        i=0.043;
    elseif ville==9
        i=0.143;
        end
        Qr=A*C*i*1000;
    end
else
    prompt={'Entrer la superficie du bassin en ha','entrer la pente moyenne du
bassin en m/m'};
    dlg_title='input';
    num_lines=1;
    def={' ',' '};
    answer=inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);
    a=str2num(answer{1});
    I=str2num(answer{2});
    retour=menu('choisir une periode de retour','10 ans','5 ans','2 ans','1 ans');
    if retour==1
        k=1.43;
        alpha=0.29;
        beta=1.2;
        gamma=0.78;
    elseif retour==2
        k=1.327;
        alpha=0.24;
        beta=1.17;
        gamma=0.81;
    elseif retour==3
        k=1.121;
        alpha=0.26;
        beta=1.18;
        gamma=0.8;
    elseif retour==4
        k=0.804;
        alpha=0.26;
        beta=1.18;
        gamma=0.8;
    end
    Qr=k*(I^alpha)*(C^beta)*(a^gamma)*1000;
    if Bypass==1
        Qr=0.2*Qr;
    else
        Qr=Qr;
    end
end
Cat=menu('choisir la categorie du deversement','a','b');
if Cat==1
    fx=2;
else
    fx=0;
end
if fx==2
R1=menu('diametre du 1er robinet de puissage','0','15 mm','20mm','25mm');
if R1==1
    D1=0;
elseif R1==2
    D1=0.5;
elseif R1==3
    D1=1;
elseif R1==4

```

```

    D1=1.7;
end
R2=menu('diamètre du 2eme robinet de puissance','0','15','20','25');
if R2==1
    D2=0;
elseif R2==2
    D2=0.5;
elseif R2==3
    D2=1;
elseif R2==4
    D2=1.7;
end
R3=menu('diamètre du 3em robinet de puissance','0','15','20','25');
if R3==1
    D3=0;
elseif R3==2
    D3=0.35;
elseif R3==3
    D3=0.7;
elseif R3==4
    D3=1.2;
end
R4=menu('diamètre du 4em robinet de puissance','0','15','20','25');
if R4==1
    D4=0;
elseif R4==2
    D4=0.25;
elseif R4==3
    D4=0.5;
elseif R4==4
    D4=0.85;
end
R5=menu('diamètre du 3em robinet de puissance','0','15mm','20mm','25mm');
if R5==1
    D5=0;
elseif R5==2
    D5=0.1;
elseif R5==3
    D5=0.2;
elseif R5==4
    D5=0.3;
end
Qs1=D1+D2+D3+D4+D5;
prompt={'entrer la pression en bars'};
dlg_title='input';
num_lines=1;
def={' '};
answer=inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);
p=str2num(answer{1});
Qs1=Qs1/(4/p)^(0.5);
prompt={'entrer le taux de reflux de 1 unité de lavage en bars'};
dlg_title='input';
num_lines=1;
def={' '};
answer=inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);
Ref=str2num(answer{1});
if Ref<20
    Qs2=0;
else

```

```

    Qs2=2;
end
lavage=menu('la station a t elle une station de lavage automatique','oui','non');
if lavage==1
    Qs2=Qs2+1;
else
    Qs2=Qs2;
end
HP=menu('la station a t elle une unité de lavage à haute pression?','oui','non');
if HP==1
    prompt={'combient y a t il'};
    dlg_title='input';
    num_lines=1;
    def={' '};
    answer=inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);
    Up=str2num(answer{1});
    Qs3=2+Up;
else
    Qs3=2;
end
Qs=Qs1+Qs2+Qs3;
else
    Qs=0;
end
Classe=menu('choisir la classe du
séparateur','S_I_P(a)','S_II_P','S_I_II_P(b)');
Famille=menu('choisir la famille des hydrocarbures','Essence et Gasoil','Huile
lubrifiant','Essence térébenthine','Huile Parrafine');
if Classe==1
    if Famille==1
        fd=1;
    elseif Famille==2
        fd=1.5;
    elseif Famille==3
        fd=1.5;
    elseif Famille==4
        fd=2;
    end
elseif Classe==2
    if Famille==1
        fd=1;
    elseif Famille==2
        fd=2;
    elseif Famille==3
        fd=2;
    elseif Famille==4
        fd=3;
    end
elseif Classe==3
    if Famille==1
        fd=1;
    elseif Famille==2
        fd=1;
    elseif Famille==3
        fd=1;
    elseif Famille==4
        fd=1;
    end
end
end

```

```

tn=(Qr+fx*Qs)*fd;
t=round(tn);
bins=[10 12 15 20 40 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000];
TN=bins(discretize(t, [-inf bins]));
Boues=menu('la quantité des boues est
...', 'negligeable', 'faible', 'moyenne', 'elevée');
if Boues==1
    V2=0;
elseif Boues==2
    V2=100*TN/fd;
elseif Boues==3
    V2=200*TN/fd;
elseif Boues==4
    V2=300*TN/fd;
end
Charge=menu('Choisir la charge sur le couvercle', 'Piéton', 'Véhicule
légers', 'Camion');
if Charge==1
    resistance1=3;
elseif Charge==2
    resistance1=15;
elseif Charge==3
    resistance1=250;
end
Tampon=menu('Choisir le passage', 'Hors circulation', 'Passage accidentel', 'Passage
lourd et intensif');
if Tampon==1
    resistance2=125;
elseif Tampon==2
    resistance2=250;
elseif Tampon==3
    resistance2=400;
end
fprintf('*****\n')
fprintf('*****\n')
fprintf('** Les dimension du bassin: **\n')
fprintf('** Langueur : %d m **\n',langueur)
fprintf('** Largeur : %d m **\n',largeur)
fprintf('** Hauteur : %d m **\n',Hauteur)
fprintf('** Le volume : %d m^3 **\n',V1)
fprintf('** Les dimensions du déshuileur **\n')
fprintf('** La taille choisie du séparateur est %d **\n',TN)
fprintf('** Le volume de débourbeur est %d litres **\n',V2)
fprintf('** La résistance du charge sur le couvercle %d KN**\n',resistance1)
fprintf('** La résistance du tampon est %d KN **\n',resistance2)
fprintf('*****\n')
fprintf('*****\n')

```

### Le programme de calcul du DAF :

```

prompt={'entrer la solubilité d eau', 'entrer la pression atmosphérique en
bars', 'entrer la teneur en hydrocarbures en PPM', 'entrer le pourcentage de
recirculation', 'entrer le débit d eau traité en m^3/h'};
dlg_title='input';
num_lines=1;
def={' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' ', ' '};
answer=inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);
S=str2num(answer{1});
P=str2num(answer{2});

```

```

TSS=str2num(answer{3});
Rec=str2num(answer{4});
Q=str2num(answer{5});
vitesse=menu('choisir la vitesse de flottation (m/h)', 'min', 'moyenne', 'max');
if vitesse==1
    vf=1.33;
elseif vitesse==2
    vf=1.852;
elseif vitesse==3
    vf=2.35;
end
temps=menu('choisir le temps de séjour', 'min', 'moyen', 'max');
if temps==1
    Tr=1.35;
elseif temps==2
    Tr=1.67;
elseif temps==3
    Tr=2.17;
end
Qdaf=Q*(1+(Rec/100));
A=Qdaf/vf;
V=Qdaf*Tr;
H=V/A;
l=H/0.97;
L=A/l;
HLR=Qdaf/A;
SLR=(TSS*Q*8.34)/(1000000*A);
AS=(1.3*S*(P-1)*(Rec/100))/(Q*TSS);
D=(Qdaf/4.5)^0.5;
fprintf('*****\n');
fprintf('*****\n');
fprintf('** Le volume du DAF est %d m^3 **\n',V);
fprintf('** La surface horizontal : %d m ^2 **\n',A);
fprintf('** La hauteur maximal du DAF : %d m **\n',H);
fprintf('** La longueur du DAF : %d m **\n',L);
fprintf('** La largeur du DAF : %d m **\n',l);
fprintf('** Rapport entre air et solid est : %d **\n',AS);
fprintf('** Le diamètre nominal est : %d' **\n',D);
fprintf('** Le taux de charge hydraulique: %d m/h **\n',HLR);
fprintf('** Le taux de charge solide : %d mg air/mg solide **\n',SLR);
fprintf('*****\n');
fprintf('*****\n');

```

## Bibliographique

- [1] : Satin M., Selmi B., 2006. Guide technique de l'assainissement. 3<sup>ème</sup> édition, Le moniteur, Paris, France, 726p.
- [2] : Hachlef M : Présentation NAFTAL. [PDF] (12/2020), disponible sur : [https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/naftal\\_5fe30cd256ffd.pdf](https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/naftal_5fe30cd256ffd.pdf). Page consulté le 2/05/2023.
- [3] : Origine de NAFTAL. [Site web] (sd), disponible sur : <https://www.naftal.dz/fr/index.php/a-propos-de-naftal/historique>. Page consulter le 2/05/2023.
- [4] : « NAFTAL » relation de confiance. [Site web] (sd), disponible sur : <https://www.naftal.dz/fr/>. Page consulter le 4/05/2023.
- [5] : Belaidi N., Azizen A., 2018. Optimisation de la distribution du carburant au sein de l'entreprise NAFTAL de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master 2 : Mathématique, Mathématique appliquée à la gestion. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 1,77 p.
- [6] : Merouani L., 2061. Dimensionnement d'une station-service au niveau de NAFTAL SPA. Mémoire de Master 2 en mathématique : recherche opérationnelle. Université M'hamed Bougara, Boumerdes. 65p.
- [7] : Halimaoui D., 2011. Optimisation de la distribution des produits pétroliers (les carburants) au niveau de l'entreprise NAFTAL de Tizi Ouzou. Mémoire en Master 2 en mathématiques, université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou. 117p.
- [8] : Merabet L., Pari réussi pour le maintien du dépôt Carburant au Caroubier. [PDF] (02/07/2015). Disponible sur : <https://www.naftal.dz/fr/index.php/archives/11164> . Page consulté le 18/05/2023. [9] : Bouastia S., Frikh M A., 2021. Etude et dimensionnement de traitement des eaux huileuse (NAFTAL – les Caroubiers). Mémoire de Master II : Génie des procédés, génie pétrochimie. Université Badji Mokhtar Annaba 113p.
- [10] : Bouhriha I., Khorfi W., 2022. إزالة الملوثات العضوية من مياه الصرف الصحي بواسطة نبات *Cyperus Papyrus* (ورق البردي) بطريقة التدفق الأفقي, mémoire en master II : Chimie, université Kasdi Merbah Ouergla. 85p.
- [11] : Guendouz Z., Mekki N., 2019. Dimensionnement d'une station d'épuration pour la ville de Sidi-Aiche (Bejaia). Mémoire de Meter II : Hydraulique, Hydraulique urbain. Université Mohamed Boudiaf-Msila 1, 119.
- [12] : Ouiahia A., 2006. Contrôle des rejets d'effluents liquides industriels. Journal Officiel de L'Algérie ; 26 : 5.
- [13] : Baumont S : Réalisation des eaux usées épurés : risque sanitaires et faisabilité en Ile de France. [PDF] (12/2004), disponible sur : [https://www.ors-idf.org/fileadmin/DataStorageKit/ORS/Etudes/2004/Etude2004\\_2/REURapport\\_1\\_.pdf](https://www.ors-idf.org/fileadmin/DataStorageKit/ORS/Etudes/2004/Etude2004_2/REURapport_1_.pdf) , page consulté le 27/04/202.

[14] : Augustin S : Décantation piston. [Site web](2013), disponible sur : [http://uved-ensil.unilim.fr/co/Par\\_piston.html](http://uved-ensil.unilim.fr/co/Par_piston.html), page consulté le 21/03/2023.

[15] : Bernard J : Coagulation et floculation [Site web] (2013), disponible sur : <http://processs.free.fr/Pages/VersionWeb.php?page=5112> , page consulté le 02/05/2023.

[16] : Sommers M : About API [Site Web] (2021), disponible sur : <https://www.api.org> , page consulté le : 10/03/2023.

[17] : Kirby S., Mohr PE., DO API AND API TYPE SEPARATORS WORK? A COMPARISON OF THE DESIGN AND PERFORMANCE OF API TYPE SEPARATORS WITH COALESCING PLATE SEPARATORS (PDF)(12/2018), disponible sur : <https://www.oilandwaterseparator.com/wp-content/uploads/2015/04/Do-API-separators-work.pdf> , page consulté le 13/05/2023.

[18]: Soltani L., 2019. Etude et dimensionnement de huit bassins de decantation de la region de TFT. Mémoire d'obtention de liscence : génie de l'eau. Université Akli Mohend Oulhadj-Bouira, 74p.

[19] : Hogan S: What are oil water separators and what are they used for ? [PDF](sans date), disponible sur : <https://cleanawater.com.au/information-centre/what-are-oil-water-separators#:~:text=An%20oil%20water%20separator%20is,disposed%20of%20safely%20in%20drainage> , page consulté le 03/03/2023.

[20] : Débourbeur [site web] (2008), disponible sur : <http://assainissement-eaux.fr/separateurs/debourbeurs> , page consulté le : 27/03/2023.

[21]: Kherrat R., Principe de fonctionnement de la station de déshuilage les caroubiers NAFTAL. *Algerian expert water*, n°00. Page 2-4.

[22] : Chakot B : Séparateur à hydrocarbures (HU). [Site web](04/03/2022). Disponible sur : [http://wikhydro.developpementdurable.gouv.fr/index.php?title=Séparateur\\_à\\_hydrocarbures\\_\(HU\)&action=history](http://wikhydro.developpementdurable.gouv.fr/index.php?title=Séparateur_à_hydrocarbures_(HU)&action=history). Page consulté le 02/05/2023.

[23] : Babatola J., Lukman S., Oledipo K., Olarinoye., Andesola I., 2011. Failure analysis of a dissolved air flotation treatment plant in a dairy industry. *Joournal of failure analysis and prevention*, 11. P 1-57.

[24]: CETMEF : Phénomène physiques et outils de dimensionnement.[PDF](19/02/2009), disponible sur : <https://www.kennisbank-waterbouw.nl/DesignCodes/rockmanual/Chapitre5.pdf> .Page consulté le 19/05/2023.

[25]: API publication 421., 1990. Design and operation of oil-water separators. 1er edition. American Petroleum Institut, Washington D,C, Etats Unis. 50p.

[26] : Perron F., 2008. Guide sur les séparateur eau-huile. 1er edition, développement durable, environnement et parc, Québec. 49p.

[27] : CNPA : Réglementation et dimensionnement des séparateurs à hydrocarbure. [PDF](2012), disponible sur [www.cnpa.fr](http://www.cnpa.fr) , page consulté 01/02/2023.

- [28] : Guechi S., 2017. Cartographie des pluies extremes du nord-est Algérien. These de doctorat en science : Hydrologie. Université Badji Mokhtar Annaba. 254 p.
- [29] : Sourdrill A : Momento des séparateurs à hydrocarbures. [PDF](12/02/2006), disponible sur : <https://www.saintdizierenvironnement.eu/outils-de-dimensionnement/formulaires-d-etude-de-projet/> , page consulté le 01/02/2023.
- [29] : Guechi S., 2017. Cartographie des pluies extremes du nord-est Algérien. These de doctorat en science : Hydrologie. Université Badji Mokhtar Annaba. 254 p.
- [30]: Lee C C.. Shun Dar L.,2007. Handbook of environmental engineering calculating. 2éme édition. McGraw-Hill Companies, New York, Etat Unis.
- [31]: Ward S: DAF designs: Three critical dissolved air flotation design parameters for succesful aeration of wastewater are described. [PDF](19/05/2011), disponible sur: [www.pollutionengineering.com](http://www.pollutionengineering.com) , page consulté le 13/05/2023.
- [32] : Bal., 2019. Descriptif technique la mise à niveau du séparateur du centre caroubier en tant qu'essais pilote. *Société d'engineering et de constructions métallique*. 8p.
- [33] : MATLAB [site web](2013). Disponible sur : [https://fr.mathworks.com/company.html?s\\_tid=hp\\_ff\\_a\\_company](https://fr.mathworks.com/company.html?s_tid=hp_ff_a_company) , page consulté 25/03/2023.
- [34] : Gamme de solution de prétraitement. [PDF](2015), disponible sur [www.aco.fr](http://www.aco.fr). page consulté le 03/05/2023.
- [35] : TORO : Flottateur par air dissous. [PDF](26/01/2017), disponible sur : <https://pdf.agriexpo.online/fr/pdf/toro-equipment/flottateur-par-air-dissousweb/184848-18301.html> , page consulté le 15/06/20