

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
Faculté des Sciences et de la Technologie
et des Sciences de la Matière
Département Génie Des Procédés



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Des Procédés

Spécialité : Génie chimique

Presenté par : BENAOUA ILYES

Thème

*Etude de système de dessalage au
champ OURHOUD*

Soutenu publiquement

Le : 15/06/2013

Mr N.Chenouf

Examineur

UKM Ouargla

Mr D.Zerrouki

Encadreur

UKM Ouargla

Mr L.Sekirifa

Examineur

UKM ouargla

Année universitaire : 2012-2013

Remerciement

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidées ou champ OURHOUD hassi-berkin à accomplir ce travail dans les bonnes conditions, j'exprime toute ma gratitude à mon promoteur

M^rZerrouki , pour ses conseils et la bienveillance avec laquelle il m'a suivi durant tout mon travail, et je tiens à remercier vivement les membres de mon jury, d'avoir accepter de juger le présent travail.

Je remercie également mes amis pour leur aide, et aussi toutes les personnes qui ont apporté un effort pour l'élaboration de la mise en forme du travail.

Qu'elles trouvent ici ma sincère reconnaissance et toute ma gratitude.

Dédicace

*Je dédie ce travail à mes chers parents,
Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude pour leur
Soutien tout au long de mes études.
A mes frères et sœurs que dieu les protège
A tout mes collègues promo 2012/2013
A tout mes collègues de travail KARCHER et DARKOM
A tout mes cousins et ma grande famille
A tout mes amies de quartier et d'enfants
A tous ceux que j'aime.*

Benaouda ilyes

sommaire

I. Introduction générale.....*Erreur ! Signet non défini.*

I-1 présentation et situation géographique du champ..... **Erreur ! Signet non défini.**

I-2 composition de champ d'OURHOUD..... **Erreur ! Signet non défini.**

I-3 Procédures d'exploitation..... **Erreur ! Signet non défini.**

II. Description de l'unité de dessalement.....*Erreur ! Signet non défini.*

II-1 Introduction..... **Erreur ! Signet non défini.**

II-2 Définition de dessalage..... **Erreur ! Signet non défini.**

II-3 Dessalage Electrostatique..... **Erreur ! Signet non défini.**

II-4 description du dessaleur électrostatique de CPF d'OURHOUD... **Erreur ! Signet non défini.**

II-4-1 Mécanisme de dessalage électrostatique..... **Erreur ! Signet non défini.**

II-5. Paramètres de marche :..... **Erreur ! Signet non défini.**

II-5.1.Température..... **Erreur ! Signet non défini.**

II-5.2.Taux d'injection d'eau de lavage..... 18

II-5.3.La pression de service..... 20

II-5.4.Perte de charge (ΔP) au niveau de la vanne de mélange..... 20

II-5.5.Influence du champ électrique..... 21

II-5.6.Influence du désémulsifiants..... 21

 II-5.6.1.Désémulsifiants ioniques..... 22

 II-5.6.2. Désémulsifiants non ioniques..... 23

II-6 Influences des Paramètres opératoires sur le procédé..... 23

II-7 Présentation du problème..... 25

III. Calcule et analyse des paramètres du fonctionnement de l'unité..... 26

III.1 Collecte des données..... 26

 III.1.1 analyse de la Salinités de l'eau de lavage..... 26

 III.1.2 viscosité du brut en fonction des températures..... 26

 III.1.3 analyses de densité du brut et d'eau..... 26

III.2.Analyses des sédiments (BS&W) et salinités entrées/sorties..... 27

 III.2.1 bilan matière du dessaleur..... 28

 III-2-2 l'efficacité réel de dessaleur..... 29

 III.2.2.1 Détermination de la quantité d'eau injectée par rapport au brut mesurée..... 30

 III.2.2.2 calcul de la quantité de brut dessalé..... 30

III.2.2.3 détermination de la quantité d'eau de purge.....	31
III.3 Calcule de la vitesse de décantation	31
III.3.1 calcule de coefficient de résistance	31
III.3.2 Détermination de la viscosité de brut a 80°C	33
III.3.3 Détermination de la densité à 80°C	33
III.4 Calcule de la surface de dessaleur	35
III.5 calcule du volume de dessaleur	35
III.6 calcule du tempe de séjour	36
III.7 calcule du temps de décantation	36
III.8 Calcule de la distribution de la charge	37
III -9 Calcul du nombre de trous de destruction de la charge :	37
III-10 calcule des caractéristiques de dessaleur.....	38
III.10.1 calcul du champ électrique entre deux électrodes	38
III.10.2 calcul du champ électrique entre le niveau haut d'eau et l'électrode inferieur	39
III.10.3 calcul de champ critique	39
III.11 calcules efficacités du dessaleur et de dessalage	40
III.12 comparaison entre le désigne et actuel des trois train	42
IV. Conclusion et recommandation	43

1 / Liste des figures :

N°=	Titre de figure	page
1	Parts des partenaires dans l'organisation	3
2	Le champ de OURHOUD	4
3	Schéma de processus de la production	7
4	schéma d'un système de dessalage double étage	12
5	Tuyauterie et diagramme d'instrument 1 ^{er} stage dessaleur	13
6	Schématisation du mécanisme de la coalescence	14
7	La décantation	16
8	Bilan de matière	28
9	Une partie de la rampe	37
10	Les électrodes	38

2 / Liste des tableaux :

N°=	Titre de tableau	page
1	Spécification de l'huile	9
2	Caractéristique de dessaleur disponible dans le champ OURHOUD	11
3	Variation de la viscosité de la phase continue en fonction de la température	23
4	Variation de la densité de la phase contenue en fonction la température	24
5	Variation de la vitesse de coalescence en fonction la température	24
6	Variation de la vitesse de coalescence en fonction du taux de lavage	24
7	Variation de la vitesse de décantation en fonction la température	24
8	Variation du diamètre des gouttelettes d'eau en fonction du taux de lavage	24
9	Analyses de salinité d'eau de lavage	26
10	Variation de la viscosité en fonction de la températures	26
11	Mesure des densité du brut et du l'eau	27
12	Calculs des débits	28
13	Paramètre de dessalage	29
14	L'efficacité réelle de dessaleur	30
15	Les régimes d'écoulements	32
16	La densité a 80°C	34
17	Comparaison entre le désigne et l'actuel de dessaleur	42

Symboles et Annotations

Symbole	désignation	unité
E	Efficacité de dessaleur	Fraction
S_s	Salinité de sortie	mg/l
S_e	Salinité d'entrée	mg/l
n	Nombre des rampes de distributeur	/
L	Distance séparant les deux extrêmes	m
l	Distance séparant les deux rampes	m
Q	Débit de la charge	m³/h
V_d	Vitesse de décantation	m/s
d_a	Densité de la phase dispersée	/
d_c	Densité de la phase continue	/
D_p	Diamètre de la gouttelette d'eau	m
g	Accélération de pesanteur	m²/s
φ	Coefficient de frottement	/
α	Coefficient de caractérisation la variation de la densité en fonction de la température	/
Re	Nombre de Reynolds	/
V_c	Viscosité cinématique du pétrole	Cst

Symboles et Annotations

T, t	La température	°C
X	Taux de lavage	Fraction
Es	Electrode supérieure	/
Ei	Electrode inférieure	/
δ	Tension superficielle entre l'eau et le pétrole	g/cm³
ϵ	Coefficient diélectrique	/
A	Coefficient de proportionnalité	/
Ts	Temps de séjour	sec
V	Volume de capacité	m³
Td	Temps de décantation	sec
L1	Distance entre l'électrode inférieure et le niveau d'eau	m
Sw	Teneur en sel dans le brut a l'entrée de dessaleur	mg/l
Y	Teneur en eau dans le brut a l'entrée de dessaleur	mg/l
Z	Teneur de eau dans le brut a la sortie de dessaleur	mg/l
Ec	Champ critique	V/cm
E1	Champ électrique entre l'électrode inférieur et le niveau d'eau	V/cm
E	Champ électrique entre les électrodes	V/cm

Abréviation :

CPF	:	Central Processing Facilities
API	:	American Pétroleum Institue
PPM	:	Partie Par Million
LDHP	:	Ligne Directe Haute Pression
LDBP	:	Ligne Directe Basse Pression
LDMP	:	Ligne Directe Moyen Pression
YSO	:	tension interracialiale solide-huile
YSW	:	tension interracialiale eau-solide
YWO	:	tension interracialiale eau-huile
BS&W	:	basique sidément water
TVR	:	tension de vapeur raid
T10	:	Train 10
T20	:	Train 20
T30	:	Train 30

I. Introduction générale

Le pétrole est un mélange complexe d'hydrocarbures de différentes familles (paraffiniques, naphthéniques, aromatiques associé à des composé oxygénés, azotés et sulfurés. comme agent d'étanchéité ou encore pour ses propriétés lubrifiants ou médicinale, le pétrole n'est devenue un grand produit industriel seulement qu'an milieu du XIX siècle

Le raffinage du pétrole est une industrie lourde qui transforme un mélange d'hydrocarbure, appelés pétrole brut en produits énergétiques tels que carburants et combustibles, et en produits non énergétiques tel que matières premiers pétrochimiques, lubrifiant paraffines et bitumes. Les produits sont ensuite acheminés vers le consommateur final, soit à travers un réseau de distribution comprenant notamment des dépôts et des stations –services. La transformation des pétroles bruts s'effectue dans les raffineries, usines à flux continues et très automatisés, qui sont plus ou moins complexe selon la gamme des produits à fabriqués, la qualité des pétroles bruts et les exigences du marché. La complexité d'une raffinerie se traduit par le nombre d'unité de fabrication qui utilisent des procédés physique ou chimique que l'on peut classer en trois catégorie :

- Les procédés d'épuration
- Les procédés de séparation
- Les procédés de conversion

Ainsi, le processus continu d'une raffinerie simple comporte d'abord une épuration du pétrole brut, puis une séparation par distillation (distillation, légers et moyens) et en produits noir (résidus lourds) .les produits légers sont convertis en essences.

Actuellement la commercialisation des bruts est régie par des contrats liant les producteurs, les transporteurs et les raffineurs qui fixent les spécifications du pétrole mis en vente en particulier les teneurs en sel et en eau.

Les valeurs les plus courants sont de 40 à 60 mg /l pour la teneur en sel et de l'ordre de 1% pour la teneur en eau.

Les raffineries doivent ramener avant leurs unités les teneurs en sel à 5 mg/l maximum pour prévenir contre toutes sources d'ennuis telles que l'encrassement des échangeurs, la corrosion des équipements de tête des unités de distillation atmosphérique, la dégradation de la qualité des résidus ... etc.

L'élimination de ces sels et d'eau est indispensable, à tous les niveaux de traitements de brut et cela, nécessite l'installation d'unités de dessalages.

En générale ces unités de dessalages sont du type électrostatiques qui sous l'influence d'un voltage important(20.000) permettent de briser l'émulsion et de libère la molécule d'eau de celle de huile, en suite ces gouttelettes d'eau se rassemblent et donnent de grosses gouttelettes qui, sous l'effet de leur densité supérieure à celle de brut décantent au fond du dessaleur.

Dans ce travaille nous avons effectué une recherche bibliographique sur les différents modes de traitement de brut, en suite nous nous sommes investie pendant une durée d'un mois au champ d'OURHOUD pour la réalisation d'une étude de vérification d'unité de dessalage. Pour la réalisation de cette étude nous avons effectué les opérations suivant durent notre stage:

- ✓ Un suivi périodique des analyses sur les effluent entrées/sorties de l'unité de dessalage.
- ✓ Un suivi sur les paramètres d'exploitation de l'unité de dessalage.
- ✓ Une collecte des informations sur les anomalies qui ont pu manifestées dans le passer.
- ✓ Des calculs pratiques et théoriques sur le dessaleur et conclusion.

Enfin une comparaison entre l'efficacité de dessaleur sur champs et les données de constructeur électrostatique opérationnel a été entamée ainsi qu'une conclusion générale accompagnée de recommandations sont présentées dans le chapitre.

I-1 présentation et situation géographique du champ :

a) présentation :

L'Organisation Ourhoud (créée en 1997, début de production 2003) est l'Opérateur délégué chargé du développement et de l'exploitation du champ Ourhoud. Les partenaires (Anadarko, Cepsa, Agip, Maersk, ConocoPhillips, Talisman) ont conçu l'Organisation Ourhoud comme un instrument doté de pouvoirs et procédures fiables approuvées par toutes les parties et l'ont dotée de moyens matériels et ont affecté du personnel de haut niveau pour assurer son efficacité.



Figure-01 : Parts des partenaires dans l'organisation

b) Situation Géographique :

Le champ d'Ourhoud, situé dans le désert de Sahara d'Algérie, au sud-est du bassin de Hassi Berkine , à 320km de Hassi Messaoud et à 1200Km d'Alger.

Le gisement s'étale sur une superficie dans les dimensions approximativement sont de 20Km de long sur 4Km de large et couvre les blocs 404, 405 et 406A.

Superficie du Réservoir : 140 Km².

Horizon producteur : TAGI.

I-2 composition de champ d'OURHOUD :

Le champ d'Ourhoud constitué de :

- 58 puits de production d'huile.
- 01 puits injecteurs de gaz.
- 34 puits injecteurs d'eau.
- 08 Puits injecteurs d'eaux et de gaz
- 09 puits producteurs d'eau de l'Albien.
- 06 puits producteurs d'eau du Mio-Pliocene.
- 07 stations satellites
- Un centre de traitement de brut (CPF ou Central Processing Facilities).
- Un réseau de collecte et dessertes.
- Une base industrielle.
- Une base de vie pour le personnel.



Figure-02- : Le champ OURHOUD.

I-3 Procédures d'exploitation :

Le système de traitement huile consiste en une installation basse pression BP incluant, un récupérateur de bouchons liquides (slug catcher) BP, suivi de trois trains. Chaque un des trains est subdivisé en deux parties (systèmes), le système séparation et le système traitement et stabilisation du brut.

L'huile stabilisée sortant des trois trains est collectée et stockée dans trois bacs à toit flottant avant sont expédition vers PK0. Un système de collecte, et de stockage de brut hors spécification est prévu. Ce brut hors spécification sera réacheminé vers traitement et stabilisation à chaque fois que les circonstances de production le permette.

Les effluents de collecteurs principaux BP des satellites numéros 1, 2, 3, 4, 5,6 et 7 passent à travers le slug catcher. Le slug catcher minimise les effets hydrodynamique et de topographie de la ligne est minimise les effets des bouchons liquides sur le fonctionnement des trois trains. Il permet aussi de stocker temporairement tout volume excessif de liquide qui pourrait excéder instantanément la capacité de traitement des trois trains. Les deux effluents liquide et gazeux à leurs sorties du slugcatcher seront dispatchée façon égale sur les trois trains BP, toute eau libérée sera acheminée vers système traitement eau produite

Le brut après son pr-échauffement par passage à travers deux échangeurs en série il subit une première séparation dans un séparateur tri phasique ou les trois entités gaz, huile et l'eau sont séparées. L'huile du premier séparateur est réchauffé dans un échangeur appelé inter étage, alimente sous control de niveau le séparateur du deuxième étage du train, le gaz sous contrôle de pression est dirigé vers le système de recompression et l'eau sépare de l'huile par un système de contrôle interface alimente le système de traitement des eaux de production.

Le séparation du deuxième étage est également de séparateur tri phasique qui séparé le gaz, l'huile et l'eau .cependant la fonction principale de ces ballons est de fournir un temps de séjour adéquat pour faciliter la séparation d'huile et de l'eau dans le cas d'une émulsion important .l'huile est mélangée avec de l'eau dessalée et recyclée et alimente sous contrôle de niveau le premier dessaleur /coalescer du premier étage.

Le gaz aliment sous contrôle de pression le système de recompression et l'eau séparée de l'huile par un système de contrôle interface alimente le système de traitement des eaux de production.

Les dessaleurs comprennent un coalescer électrostatique ou un champ électrique est utilisé pour coalescer et séparé en même temps l'eau résiduaire de l'huile.

La dilution de l'huile et de l'eau enlève le sel suspendu dans l'huile et permet son élimination par l'évacuation de l'eau du coalescer. L'huile du dessaleur/coalescer du premier étage est mélangé avec de l'eau dessalé et réchauffée et passe vers le dessaleur/coalescer du deuxième étage ou l'eau (et le sel) sont de nouveau éliminés.

Cette eau est recyclée vers le dessaleur /coalescer du premier étage par la pompe de circulation d'eau dessalé. L'huile déshydratée et dessalée alimente la colonne de stabilisation ou elle est stabilisée par la rencontre a contre courant des fractions légères qui sont vaporisées dans le rebouilleur.

Elles sont ensuite refroidies par échange de chaleur dans le réchauffeur inter étage, l'échangeur production BP l'arrivée du traitement et le réfrigérant huile traitée.

L'huile aux spécification (BS&W,sel et TVR) est mélangée avec l'huile des autres trains et alimente sous contrôle de niveau les trois bacs de stockage a toit flottant.

L'huile est pompée du stockage vers la ligne d'expédition à l'aide des (Booster) pompes et des pompes d'expédition d'huile. Pour l'expédition vers les installations de stockage (central Storage facilites-CSF), seules les pompes Booster pompes sont nécessaire.

Si l'huile est directement expédiée vers hassi messaoud, les pompes d'expédition d'huile seront également utilisées.

Si l'huile traitée n'est pas aux spécifique, elle peut être détournée vers le ballon tampon d'huile hors spécification ou la quantité de gaz est vaporisée.

Ensuite cette huile sous contrôle de niveau est dirige vers le ballon de récupération (boot) hors spécification ou le gaz résiduel est élimine et ensuite vers le bac de stockage huile hors spécification et transférée vers le slug catcher BP avant d'être repartie a travers les trains de séparation.

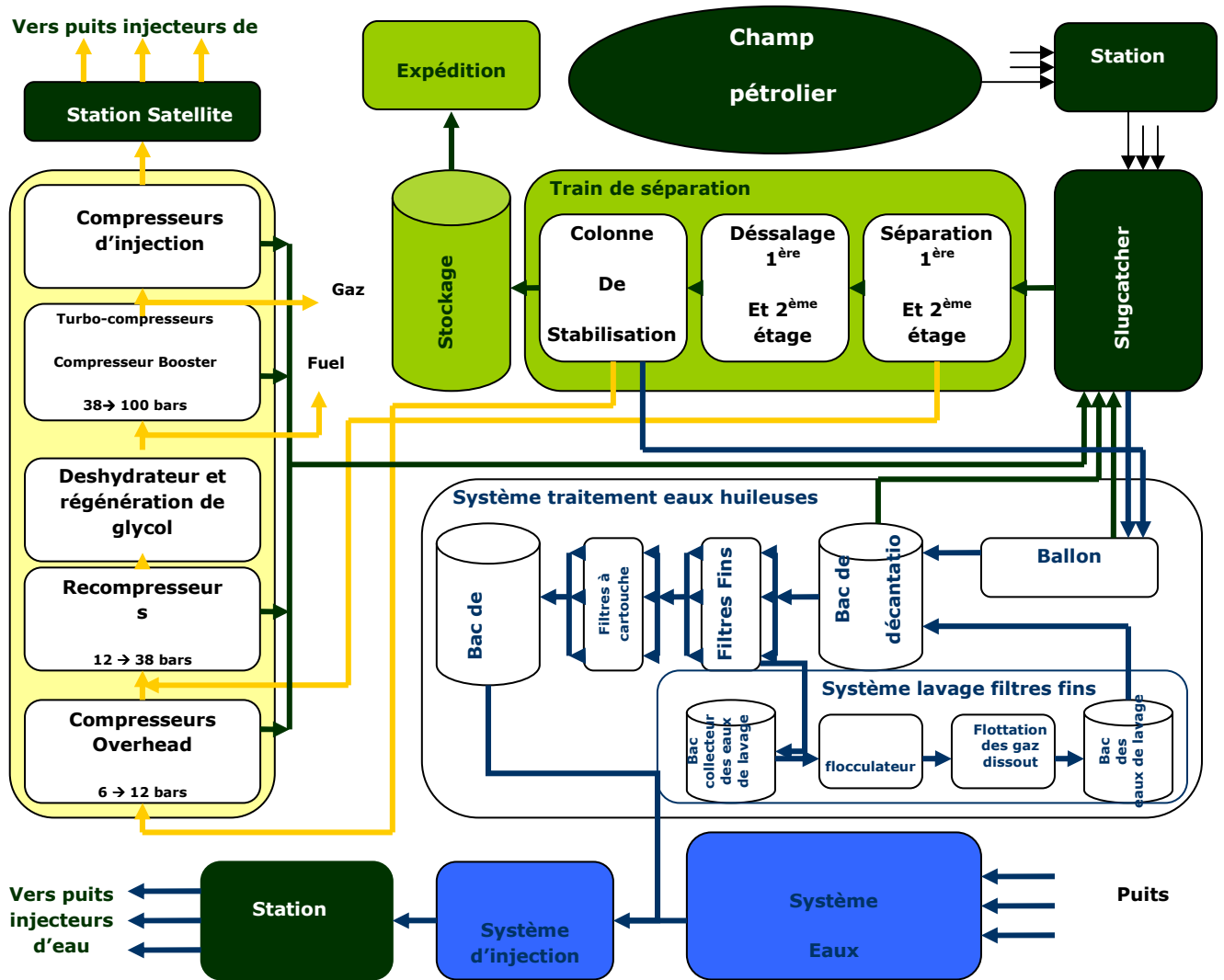


Figure N°03 : Schéma de processus de la production.

I. Description de l'unité de dessalement :

II-1 Introduction :

L'unité de traitement CPF d'OURHOUD est une unité qui utilise des dessaleurs électrostatiques qui sous l'influence d'un voltage important (20000) volts permettent de briser l'émulsion et de libérer la molécule d'eau de celle de l'huile, ensuite ces gouttelettes d'eau se rassemblent et donnent de grosses gouttelettes qui sous l'effet de leur densité supérieure a celle du brut décantent au fond du dessaleur. L'huile produite doit être conforme aux spécifications suivantes :

Tableau N°1 : spécification de l'huile.

Spécification	Valeur
(TVR) maximum	0.69 bar (10 psi)
BS&W maximum	0.5% volume
Salinité maximum	40 ppmw équivalent NaCl
Soufre maximum	0.20% poids
Température de stockage maximum	55°C

II-2 Définition de dessalage :

Le dessalage est une opération essentielle dans l'industrie de raffinage, car elle conduit au bon fonctionnement des traitements aval. En effet, un mauvais dessalage a des conséquences directes sur le fonctionnement de la tour de distillation atmosphérique cela peut provoquer des effets néfastes sur l'ensemble de l'installation comme:

- Encrassement des échangeurs et des fours.
- Corrosion des circuits de tête des colonnes.
- Obtention des résidus riche en sels.

Vis-à-vis de l'environnement l'entraînement massif d'hydrocarbures dans les eaux issues du dessaleur induit des sérieux problèmes écologiques que leur résolution nécessite un effort et un coût supplémentaire qui il faut gérer

II-3 Dessalage Electrostatique :

Même après les séparateurs triphasique, le brut contient des sels sous forme dissoute dans l'eau accompagnant le brut mais aussi éventuellement et simultanément sous forme de cristaux plus ou moins protégés de l'eau par une enveloppe de brut ; l'eau est d'ailleurs sous forme d'une émulsion stable (émulsion inverse eau dans l'huile).

Le dessaleur électrostatique contribue d'une manière efficace à détruire cette émulsion. La destruction de l'émulsion revient à la création d'une nouvelle émulsion d'environ 3 à 5% d'eau moins salée que l'eau de gisement ; cette eau peut être de l'eau douce en cas de disponibilité (en pratique, on ne peut pas utiliser de l'eau dont la salinité est supérieure à 50 (g/l).

Cette nouvelle émulsion ainsi créée est détruite dans le dessaleur ; l'eau salée résiduelle du brut traité présente une salinité plus faible que celle de départ. Pour une même teneur finale en eau, on a donc réduit la salinité du brut.

II-4 description du dessaleur électrostatique de CPF d'OURHOUD :

Le champ OURHOUD dispose d'un dessaleur électrostatique type CFP les caractéristiques générales sont citées dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°2 : Caractéristique de dessaleur disponible dans le champ OURHOUD

Constructeur NWL (fournisseur OEM de NATCO).	
Primaire	AC de 400 volts, monophasé, 50hertz.
Secondaire	12/16,5/20/23/25 KV, DC à demi-onde, Positif et négatif.
Tertiaire	AC de 100 V
Classe d'isolation	classe A.
Construction :	revêtement extérieur rempli de fluide.
Revêtement :	mure-tôle d'acier laminé à chaud, décapée et Huilée d'épaisse 7 ou 10, par ASTM A569.
Fond	hémisphérique
Pression de calcul	31.0 bars
Pression max de service:	18.0 bars.
Pression essai hydraulique	46.5 bars.
Température de calcul :	110°C.
Température max de service :	80°C.
Volume	77.8 m ³ .
Poids vide	50400 kg.
Taille :	3000mm X 10000mm.
Surépaisseur de corrosion	3.00mm.

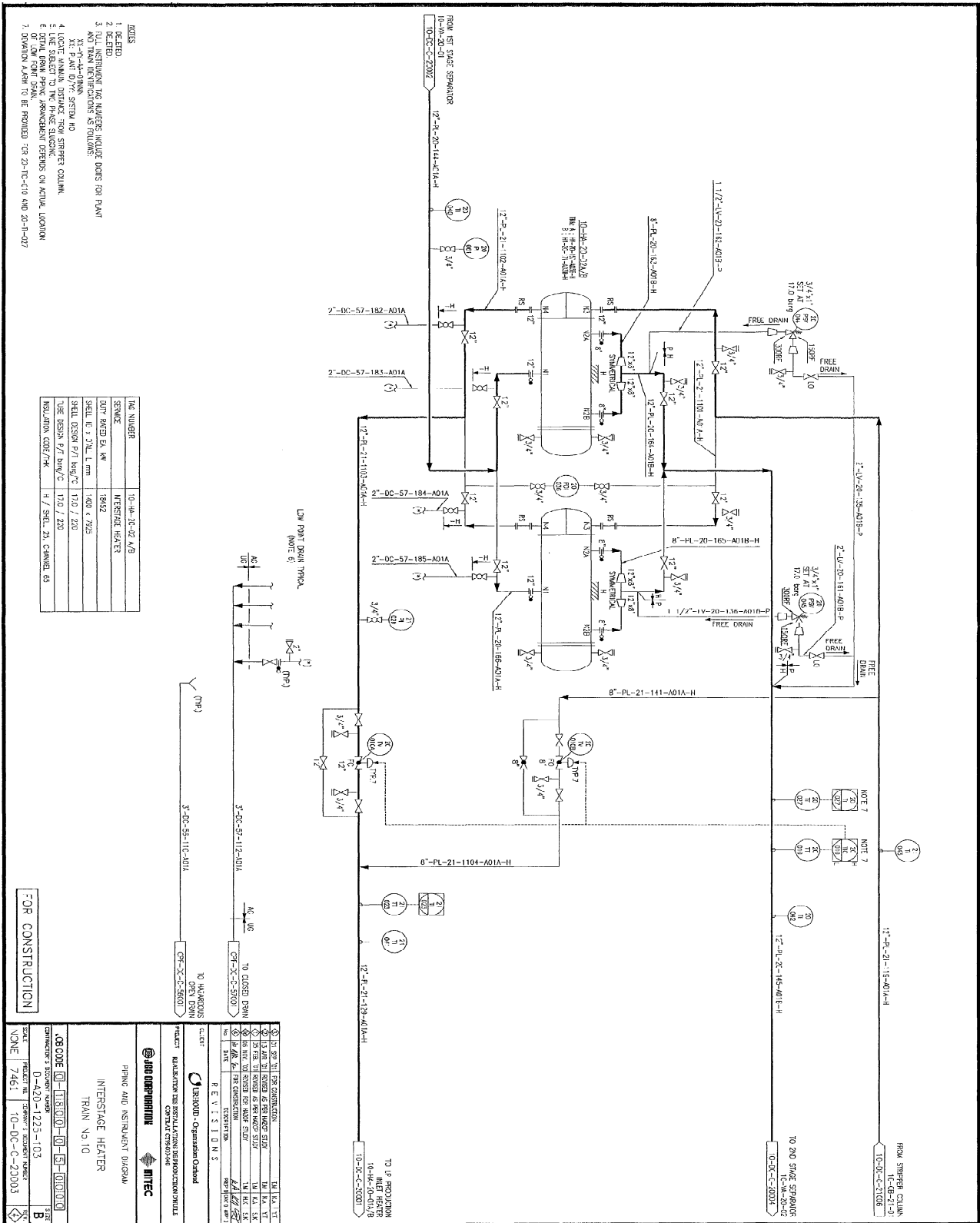
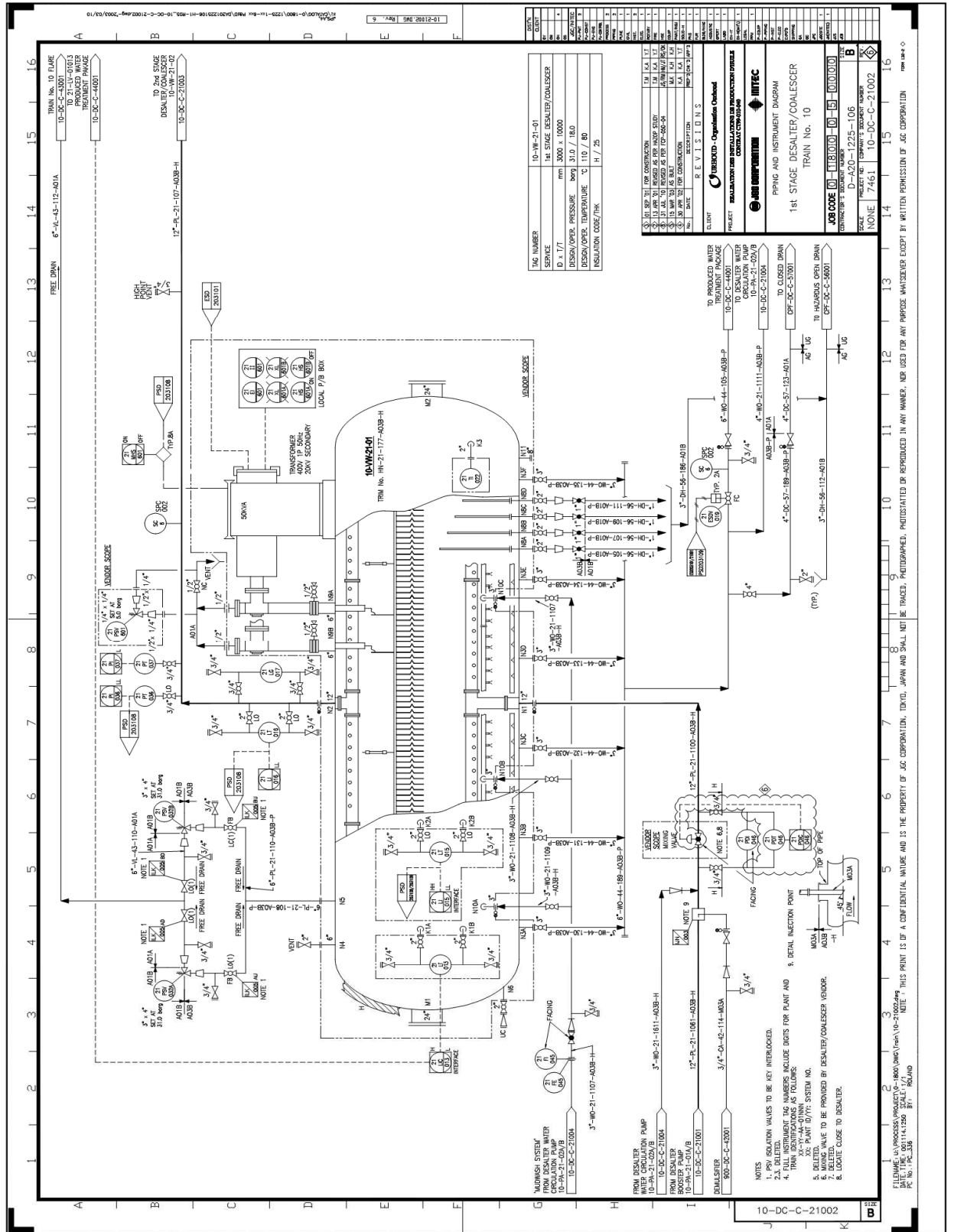


Figure-04: Schéma d'un système de dessalement double étage.



II-4-1 Mécanisme de dessalage électrostatique :

Le dessalage du brut comporte trois étapes successives dont le mécanisme de chaque étape et détailler ci-dessous

a) *Diffusion des sels dans l'eau de lavage* : L'eau de lavage sert à dissoudre des cristaux de sels contenus dans le brut, le contact eau/brut, doit être propre. Le mélange eau/brut s'effectuera à travers une vanne de mélange, son réglage s'effectuera de telle manière que l'émulsion (taille des gouttes d'eau) soit aussi fine que possible sans pour autant affecter la décantation au cours du stade ultérieur.

b) *Coalescence des gouttelettes d'eau* : L'émulsion stable eau/brut est fortement stabilisée par les molécules polaires qui jouent le rôle des tensioactifs telles que les asphaltènes et des solides finement divisés de taille nanométrique. Ces agents stabilisent l'émulsion, d'où la nécessité d'utiliser certains désémulsifiants pour démunir la stabilité de l'émulsion

La difficulté du phénomène de la coalescence sera donc dépendante de la quantité d'émulsifiant naturel contenu dans le brut et aussi de la présence des solides finement divisés. La coalescence est provoquée selon deux mécanismes connus :

- Par les forces d'attraction des gouttelettes entre elles dues à la polarité des molécules d'eau qui tendent à s'orienter.
- L'agitation créée par le champ électrique.

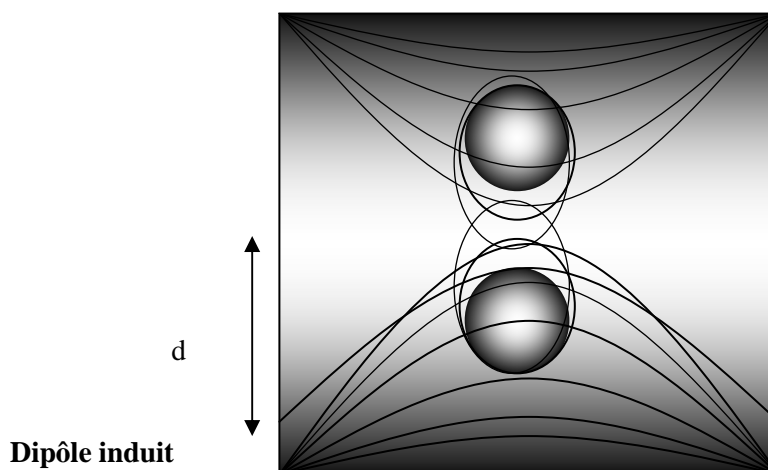


Figure-06 : Schématisation du mécanisme de la coalescence.

La force d'attraction entre les gouttelettes est proportionnelle à la distance qui sépare les deux gouttes adjacentes elle peut être estimée par la formule suivante :

Formule N° 1 :

$$F = K E^2 \frac{a^6}{d^4} \dots\dots(1)$$

a : rayon des gouttelettes, **d** : distance entre les centres de gouttelettes, **E**: champ électrique

Pour augmenter la force d'attraction, on a donc intérêt à augmenter le champ électrique **E**.

La coalescence dépend aussi du taux d'injection d'eau de lavage qui induit une augmentation du nombre de gouttelette d'eau et cela rend la probabilité de rencontre entre deux gouttes très élevée, ainsi, la vitesse de coalescence (V_c) est donnée par la formule suivante :

Formule N°2 :

$$V_c = K \frac{X^{4/3}}{\mu} \dots(2)$$

Où V_c : vitesse de coalescence, **X** : taux d'eau de lavage **μ** : viscosité dynamique du brut

K : constante de vitesse

On peut conclure que la coalescence dépend :

- du champ électrique ;
- du taux d'injection d'eau de lavage ;
- de la température de dessalage.

c)- *La décantation :*

Sous l'effet du champ électrique, les gouttelettes d'eau se rassemblent et donnent de grosses gouttelettes qui, sous l'effet de leur densité supérieure à celle du brut, décantent au fond du dessaleur, d'où, la vitesse de sédimentation est donnée par la formule de Stokes.

Formule N°3 :

$$V_d = \frac{1}{18} \cdot g \cdot \frac{(d_d - d_c)}{d_d} \cdot \frac{D^2}{\nu_c} \dots\dots(3)$$

g : accélération de la pesanteur, **d_d** : densité de la phase dispersée (eau), **d_c** : densité de la phase continue (brut), **ν_c** : viscosité cinématique de la phase continue, **D** : diamètre des gouttelettes d'eau

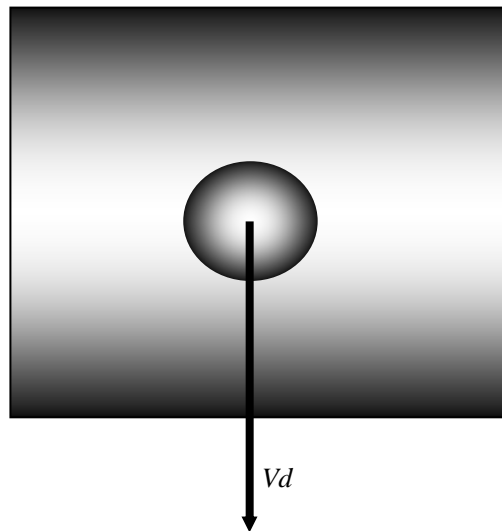


Figure-07 : décantation

Pour améliorer la décantation on a intérêt à Augmenter la:

- a) Taille des gouttelettes d'eau : par une augmentation de la quantité d'eau injectée et utilisation de désémulsifiant qui favorisera la coalescence.
- b) Température : opérer à la température la plus élevée possible pour diminuer la viscosité de la phase continue.

En pratique, les dessaleurs sont réalisés pour fonctionner à une viscosité qui correspond à deux centpoises et pour un temps de décantation apparent de 20 à 30 minutes.

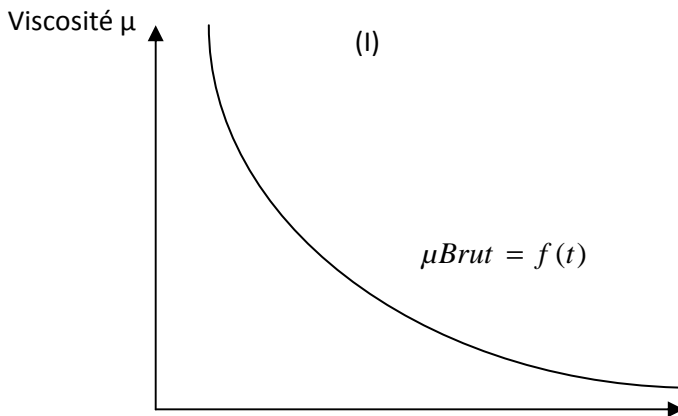
II-5. Paramètres de marche :

II-5.1. Température :

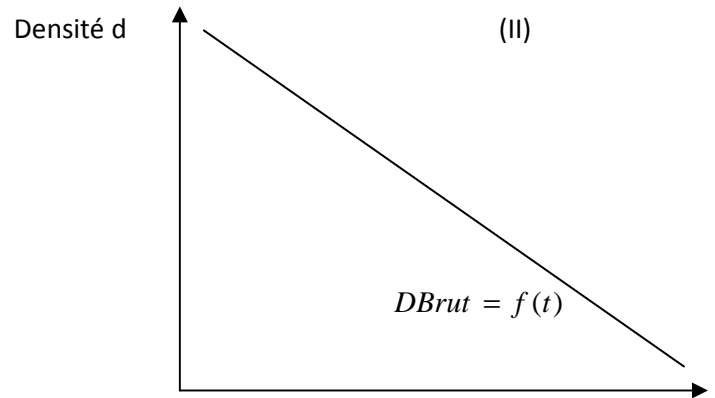
La température est le paramètre le plus important dans le procédé de dessalage, elle intervient dans la vitesse de coalescence par l'intermédiaire de la viscosité qui est très sensible à ce paramètre, l'augmentation de la température a pour conséquence de baisser la viscosité du brut dans le dessaleur. Elle est généralement comprise entre 100 et 150 °C.

Ainsi que le critère de décantation $\frac{d_d - d_c}{\mu}$ est une fonction croissante de la température.

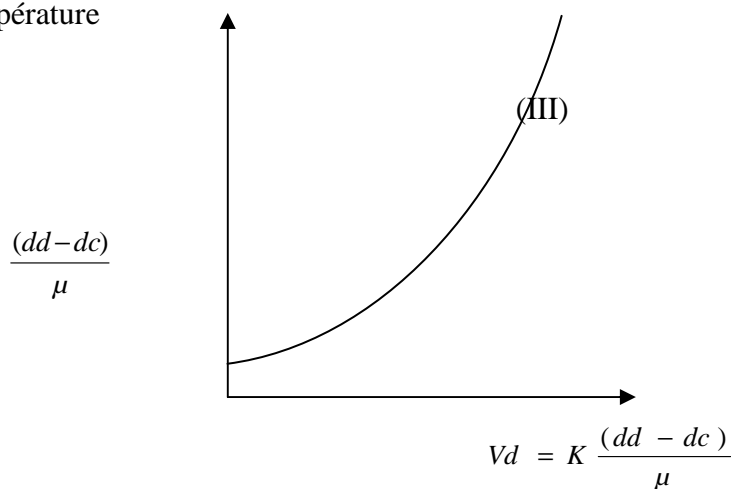
Les courbes (I) et (II) donnent les variations de la viscosité et de la densité du brut en fonction de la température.



Courbe- I : Variation de la viscosité de brut en fonction de température



Courbe- II : Variation de la densité de brut en fonction de température



Courbe-III : variation du facteur caractérisant la vitesse de décantation en fonction de la température.

La courbe (III) donne la variation du facteur caractérisant la vitesse de décantation en fonction de la température.

D'après les courbes (I), (II), (III), on s'aperçoit que l'augmentation de la température augmente la décantation, mais, cependant, on est limité par la conductivité du brut qui est elle aussi, favorable par l'augmentation de la température, et qui peut causer un court-circuit des électrodes.

II-5.2. Taux d'injection d'eau de lavage :

L'eau de lavage sert à mouiller les cristaux de sels et à les dissoudre, la force d'attraction entre les gouttelettes est très influencée par le taux de lavage. Il est généralement entre 2 et 8 % en volume par rapport à la quantité de brut traité.

En jouant sur le rapport $\frac{a}{d}$ de la formule :

Formule N° 4 :

$$F = K E^2 \cdot \frac{a^6}{d^4} \quad \dots (4)$$

Où :

a : rayon des gouttelettes.

d : distance entre les centres des gouttelettes.

E : champ électrique.

En diminuant le taux de lavage, F diminue donc le taux d'injection d'eau à une grande influence sur la force d'attraction entre les gouttelettes donc sur la vitesse de coalescence (coalescence difficile).

Ainsi, la vitesse de coalescence s'exprime par la formule suivante :

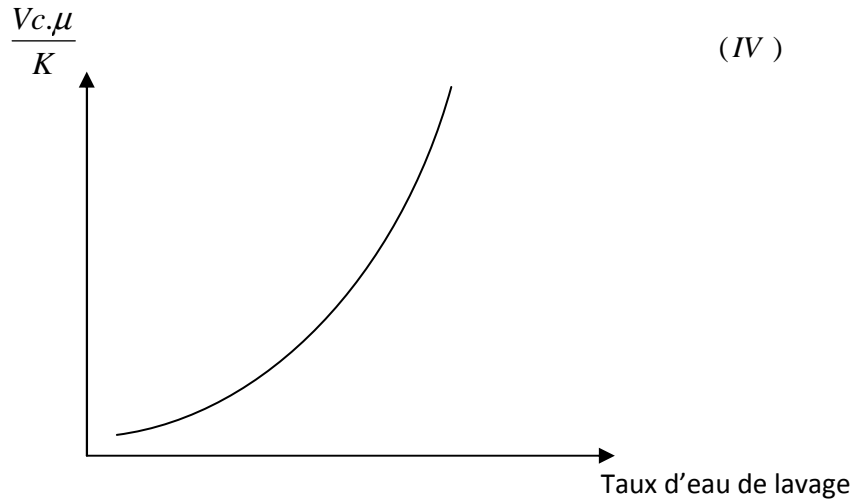
Formule N° 5 :

$$V_c = K \cdot \frac{X^{4/3}}{\mu} \quad \dots (5)$$

Où :

X : taux d'eau de lavage, **μ** : viscosité dynamique de brut.

Pour une température constante : $\frac{V_c \cdot \mu}{K} = f(X)$



Courbe-IV : Variation de la vitesse de coalescence
en fonction du taux d'eau de lavage X

La vitesse de coalescence dépend aussi de la température par l'intermédiaire de la viscosité.

Formule N° 6 :

$$V_c = K \cdot \frac{X^{4/3}}{\mu} \dots (6)$$

Donc, on peut en conclure qu'une baisse de température peut être compensée par une augmentation de taux d'injection d'eau pour maintenir une vitesse de coalescence suffisante, comme dans le cas de la température, on remarque que on est limité par un taux d'injection d'eau car un taux trop élevé peut provoquer :

- Une augmentation du niveau d'eau dans le dessaleur d'où un risque de déclenchement de système de sécurité.
- Entraînement d'eau avec le brut dessalé.
- Moussage qui gêne l'opération de dessalage.

II-5.3. La pression de service

La pression n'a pas une influence sur la salinité du brut, mais elle peut influencer la marche du dessaleur.

La pression dans le dessaleur doit être maintenue à une valeur suffisante de façon à empêcher la vaporisation du brut.

En cas de chute de pression, les vapeurs d'hydrocarbures seront saturées en eau, donc plus conductrices que le brut. Cela provoquerait une consommation excessive de puissance électrique. La puissance supplémentaire sera convertie en chaleur qui chauffera davantage le brut, et la vaporisation provoquera le déclenchement des électrodes.

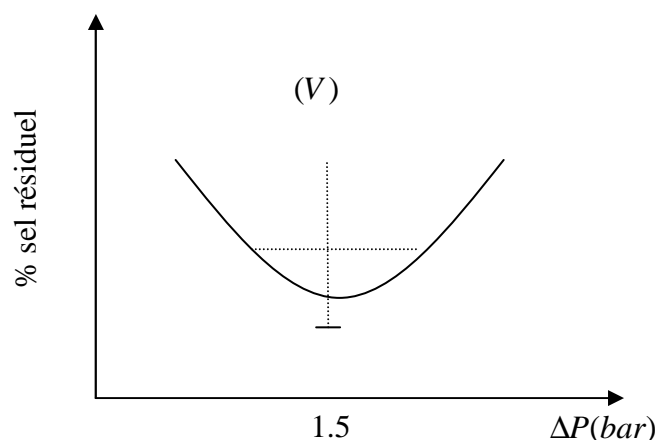
II-5.4. Perte de charge (ΔP) au niveau de la vanne de mélange :

La perte de charge au niveau de la vanne mélangeuse mesure le degré de mélange entre le brut et l'eau de lavage. Elle permet à l'eau d'arriver aux cristaux et de les dissoudre, en créant un mélange intime entre l'eau et le brut.

La valeur de cette perte de charge (ΔP) est déterminée expérimentalement pour chaque brut. Elle dépend généralement de la qualité du brut (lourd ou léger). Une augmentation de la perte de charge a tendance à former une dispersion très fine, donc les émulsions difficiles à détruire.

A l'inverse, une perte de charge trop faible conduit à un lavage incomplet, d'une manière pratique, elle varie entre 0,2 et 2 bars, selon la nature du brut traité.

La courbe (V) donne la salinité à la sortie en fonction de la (ΔP).



Courbe- V : variation de la Salinité à la sortie en fonction de la ΔP

Sur la courbe (V) on constate qu'après une certaine valeur de la ΔP , la salinité augmente. Cette augmentation s'explique par le fait que l'augmentation de la ΔP provoque la formation d'une émulsion très stable qui est difficile à casser.

II-5.5. Influence du champ électrique :

Les gouttelettes d'eau sont influencées par le champ électrique, elles subissent une force d'attraction suivant la loi de coalescence :

Formule N° 7

$$F = K E_o^2 \cdot \frac{a^6}{d^4} \dots (7)$$

Les gouttelettes d'eau dans le champ électrique se transforment en dipôle induit.

Les gouttelettes d'eau placées dans un champ alternatif de basse fréquence, les moments dipolaires suivront instantanément les variations du champ E_o et la force F variera simultanément sans changer de sens, pour augmenter F , on a donc intérêt à augmenter le champ électrique, mais sans pour cela atteindre des tensions critiques au-dessus desquelles on risque de déformer les gouttelettes au point qu'elles se divisent encore plus et provoquent le déclenchement du dessaleur.

Chaque gouttelette à son entrée dans le champ électrique se met à vibrer à la fréquence du courant électrique alternatif. Ceci provoque une collision de gouttelettes qui forment à leur tour de grosses gouttes d'eau par la fusion de plusieurs plus petites. Les grosses gouttes ainsi formées constituent une masse suffisante pour traverser le brut et se décanter au fond du réservoir.

II-5.6. Influence du désémulsifiants :

L'émulsion a une grande stabilité du fait de la formation d'une couche protectrice autour de la gouttelette d'eau. Cette couche protectrice se compose des paraffines, des gommes, des asphaltènes, d'argile et du sable. Pour casser le film protecteur, on utilise des produits tensioactifs.

En règle générale, ils sont injectés en amont des séparateurs.

Le taux d'injection varie de 5 à 50 ppm suivant la nature du brut à traiter.

Les performances demandées à un désémulsifiants sont doubles :

- Améliorer la qualité de la séparation côté huile.
- Améliorer la qualité de la séparation côté eau.

Les désémulsifiants rencontrés sur le marché sous diverses marques agissent sur les agents émulsifiants par neutralisation.

Quatre actions essentielles sont requises pour un désémulsifiants :

- Forte attraction par l'interface eau/huile.
- Flocculation.
- Coalescence.
- Mouillage des solides.

La présence de ces quatre actions provoque la séparation de l'eau et de l'huile. Le désémulsifiant doit être capable de migrer rapidement à travers l'huile vers l'interface huile/eau où il doit combattre l'agent émulsifiant qui se trouve plus concentré.

Si l'agent émulsifiant est faible, les forces de flocculation peuvent être suffisantes pour entraîner la coalescence, ce qui n'est pas toujours le cas, le cas échéant, le désémulsifiant doit alors neutraliser l'agent émulsifiant et déchirer le film interfacial des gouttelettes d'eau, ce qui va causer la coalescence.

Le type d'action de neutralisation du désémulsifiant dépend de la nature de l'émulsifiant par exemple, les paraffines et les asphaltènes peuvent être dissous ou altérés, réduisant ainsi la viscosité de leur film et changeant leur mouillabilité et leur dispersion dans l'huile, il est rare qu'un seul composé chimique puisse produire à lui seul ces actions, un mélange de plusieurs composés est alors utilisé afin de permettre une action équilibrée.

On distingue les désémulsifiants ioniques et non ioniques :

II-5.6.1. Désémulsifiants ioniques :

Les caractéristiques de la tension - actif sont données par l'ion organique qui est le plus important en volume, on distingue trois sous-groupes :

a. Produits anioniques :

Ils possèdent un ou plusieurs groupements fonctionnels ne pouvant s'ioniser en solution qu'en fournissant un ion organique chargé négativement, et un ion métallique chargé positivement responsable de la solubilité.

- La partie hydrophile est constituée généralement par les sulfates et sulfonâtes, et la partie lipophile par des hydrocarbures (sulfate de pétrole, les résines sulfonées...etc.).

b. Produits cationiques :

En s'ionisant, ils donnent un ion organique chargé positivement et un ion négatif, généralement minéral responsable de la solubilité. Parmi ces produits, on peut citer :

- Les amines grasses et leurs sels, les amines substituées...

c. Produits ampholytes :

Ils possèdent un ou plusieurs groupements fonctionnels s'ionisant en solution aqueuse en donnant au produit un caractère anionique ou cationique suivant le milieu.

II-5.6.2. Désémulsifiants non ioniques

Ils ne donnent pas naissance à des ions dans la solution aqueuse. Ces produits résultant souvent d'une fixation d'un groupement hydrophile (chaîne polyglycolique) sur une molécule organique (lipophile), ce sont les récepteurs de l'émulsion eau/brut les plus utilisées, ils sont très efficaces quelque soit la nature de la couche stabilisatrice, ils dispersent les micro particules solubles en modifiant les paramètres des tensions interfaciale eau-huile.

II-6 Influences des Paramètres opératoires sur le procédé :

Pour voir l'influence des paramètres opératoires sur le procédé, on trace les courbes suivantes :

Tableau N°3 : Variation de la viscosité de phase continue en fonction de la température (Voir graphe N° 1).

V(cst)	1,75	1,4	1,25	1,15	1,05	1
T(°C)	20	40	60	80	100	120

Tableau N°4 : Variation de la densité de la phase continue
en fonction de la température (voir graphe N°2)

D (g /cm³)	0,7825	0,7665	0,7506	0,7347	0,7188	0,7029
T (°C)	20	40	60	80	100	120

Tableau N°5 : Variation de la vitesse de coalescence
en fonction de la température (voir graphe N°3)

V (m /s) x10⁻⁴	0,735	0,925	1,075	1,204	1,326	1,424
T (°C)	20	40	60	80	100	120

Tableau N°6 : Variation de la vitesse de coalescence
en fonction du taux de lavage (voir graphe N° 4).

1	2,52	4,33	6,35	8,55	10,9	13,39	16	18,7	21,54
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tableau N°7 : Variation de la vitesse de décantation
en fonction de la température (voir graphe N° 5).

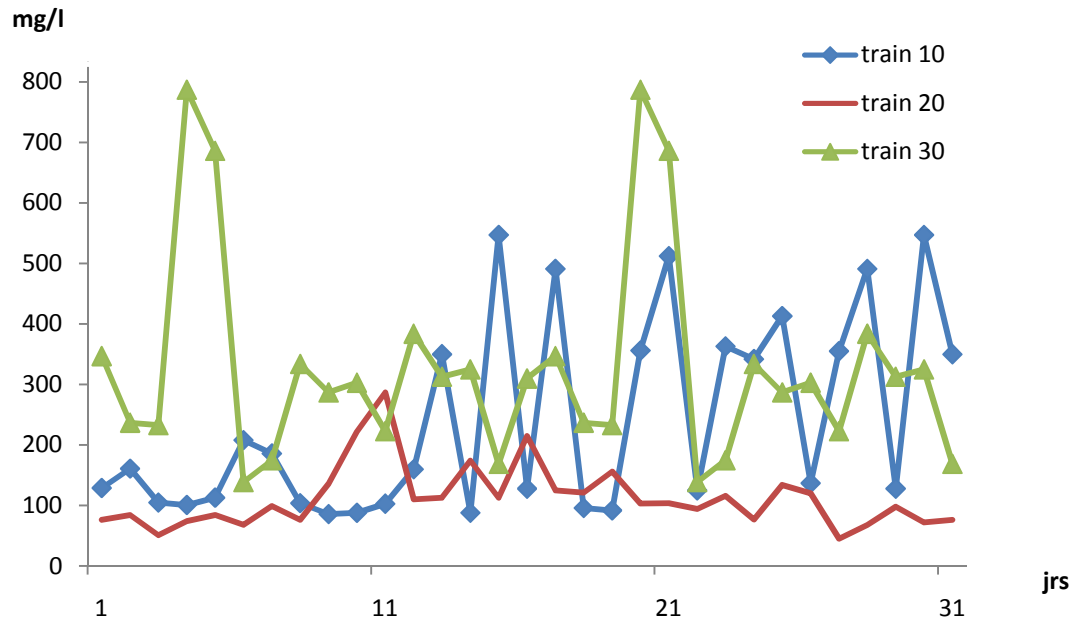
V_d(m/s) x10⁻⁴	2,63	3,4	4,05	4,65	5,25	5,78
T(°C)	20	30	60	80	100	120

Tableau N°8 : Variation du diamètre des gouttelettes d'eau
en fonction du taux de lavage (Voir graphe N° 6).

D_g(m) x10⁻⁵	5	10	22	27	35
X% vol	1	5	10	15	20

II-7 Présentation du problème :

La distribution de la charge concernant le teneur en sale dans les trois trains d'entrée est différent cela induit a une diminution de l'efficacité de processus de dessalage au cours de temps, la figure suivante présente des prélèvements de quantité de sale sur les trois trains pondent un Mois.



Courbe N°7 : la salinité d'entrée dans les trois trains durant le mois de Mars

D'après l'aspect de la Courbe N°7 on remarque que le taux de salinité d'entrée variée pratiquement d'un facteur 8 entre le train 30 et le train 20 sur certaine période, des fluctuations de taux de salinité entre les trois trains sont observée durant toute le mois.

L'efficacité du dessaleur dépend de nombreux facteurs parmi ces facteur on peut citer la température ; la pression de service, le champ électrique appliquer ...etc.

- Dans ce travail on va comparer la salinité d'entrée et de sortie de trois trains et on va voir la distribution de la charge entre les trois, faisons des calculs et des analyses des paramètres du fonctionnement de l'unité de dessalage

III. Calcul et analyse des paramètres du fonctionnement de l'unité :

III.1 Collecte des données :

Chaque jour pendant le mois de Mars nous avons assisté a la prise des échantillons entrées / sortie des deux étages de dessalages pour les trois train, et a chaque fois que l'occasion nous est offerte nous avons nous même procéder aux l'analyses de détermination du BS&W ainsi que l'analyse de la salinité des différents échantillons sous les directives du responsable laboratoire , aussi chaque jours nous examinons si des perturbation ou anomalies concernant les 3 trains ; ont étaient enregistrées les résultats des analyses laboratoires sont lister dans le tableau N°2 et les données procès sont dans le tableau N°3

III.1.1 analyse de la Salinités de l'eau de lavage :

Après avoir analysé la salinité de l'eau de lavage dans le mois de mars on à obtenue les résultats suivent (une valeur moyenne dans les trois trains)

Tableau N°9 :

Date	Salinité (mg/l)		
	Train 10	Train 20	Train 30
05/03/2013	1583	1638	1568
15/03/2013	1416	1475	1510
28/03/2013	1520	1591	1608

III.1.2 viscosité du brut en fonction des températures :

Pour chaque valeur de température donnée corresponde une viscosité, comme ce tableau suivant montre la variation de la viscosité en fonction de la température

Tableau N°10 :

date	Vc a 20°C (Cst)	Vc a 40°C (Cst)
15/03/2013	4.43	3.67

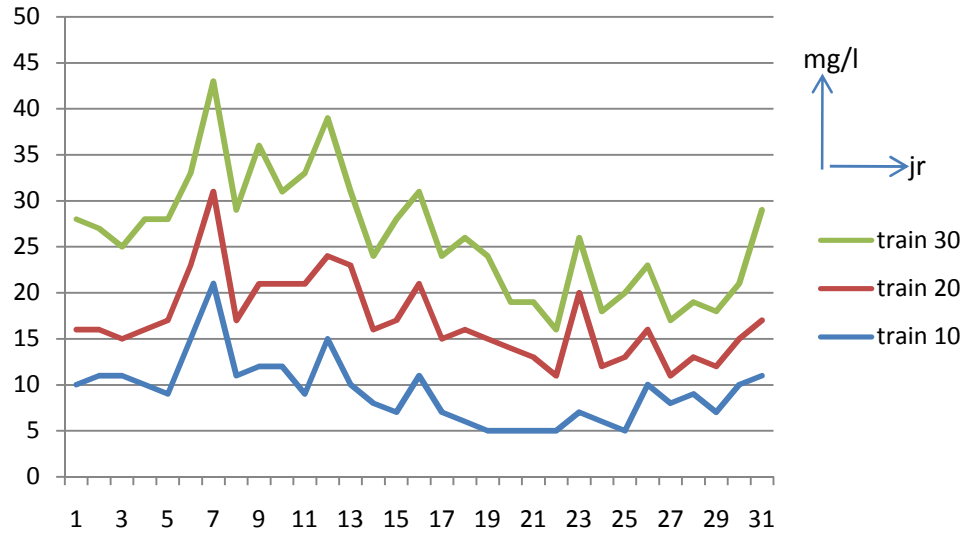
III.1.3 analyses de densité du brut et d'eau :

Au niveau de laboratoire CPF de champ OURHOUD nous avons réaliser les mesure des densités du brut et du l'eau :

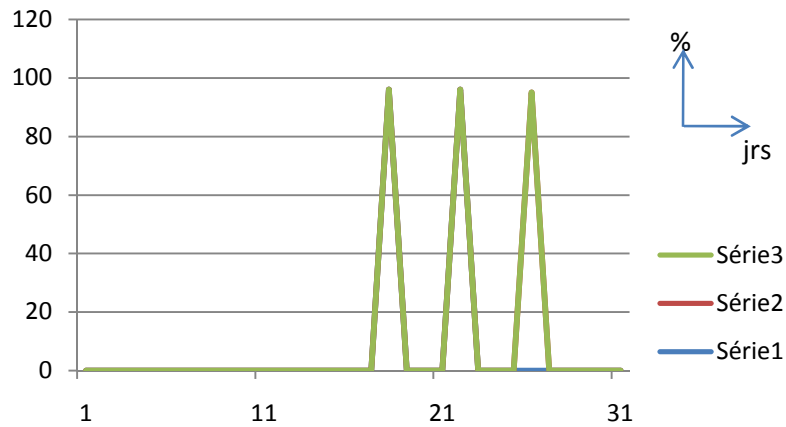
Tableau N°11 :

Date	Densité de brut d_{4}^{20}	Densité de l'eau d_{4}^{20}
15/03/2013	0.8112	1.002

III.2. Analyses des sédiments (BS&W) et salinités entrées/sorties :



Courbe N°7 : salinité entrée 1^{er} dessaleur



Courbe N°8 : BS&W entrée/sorties des dessaleurs

III.2.1 bilan matière du dessaleur :

Le bilan matière de l'unité de dessalage est :

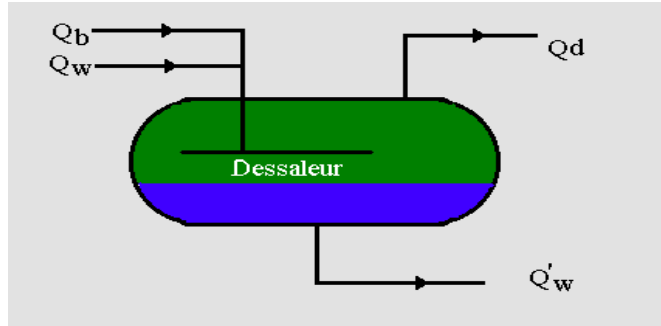


Figure N°08 : bilan de matière

Q_b : quantité de brut à dessaler.

Q_w: quantité d'eau de lavage.

Q_d : quantité de brut dessalé.

Q_w: quantité d'eau de purge.

Q_{wext} : quantité d'eau dans le brut dessalé.

Q_t = Q_b + Q_w.

Formule N°8 :

$$Q_b + Q_w = Q_d + Q'w \quad \dots(8)$$

Tableau N°12 : Calculs des débits

Débit brut entrée 1 ^{er} dessaleur Q _b (m3/h)			Quantité d'eau entrée dans le 1 ^{er} dessaleur Q _{wext} (m3/h)			Débit huile entrée 1 ^{er} dessaleur Q _h (m3/h)			Débit d'eau de lavage Q _w (m3/h)			Taux d'eau de lavage x(%)		
T10	T20	T30	T10	T20	T30	T10	T20	T30	T10	T20	T30	T10	T20	T30
451	446	450	0.99	0.99	0.99	450	445	449	12	12	12	2.79	2.7	2.77

Remarque : Q_b : valeur donnée par le débitmètre

$$Q_{wext} = (BS\&We * Q_b) / 100$$

$$Q_h = Q_b - Q_{wext}$$

Q_w : valeur lue sur débitmètre

$$x = Q_w * 100 / Q_b$$

a) Paramètre de dessalage :

Tableau N°13 :

GRANDEURS		VALEURS		
1-Pétrole brut :				
✓ densité	(g/cm ³)	0.8112	0.8112	0.8112
✓ teneur en sel d'entrée	(mg/l)	216	110	263
✓ teneur en sel de sortie	(mg/l)	8.61	7.54	8.81
✓ débit d'alimentation	(m ³ /h)	451.47	446.08	450.04
2-Eau process :				
✓ taux d'eau de lavage	(% vol)	2.85	2.75	2.70
✓ quantité de désulfurant	(ppm)	00	00	00
3-Dessaleur :				
✓ pression de service	(bar)	20	20	20
✓ température de service	(°C)	80	80	80

III-2-2. L'efficacité réelle de dessaleur :

L'efficacité actuelle : $E = \frac{S_e - S_s}{S_e} \times 100$

Tableau N°14 :

Journée	Salinité d'entrée (Se) (mg /l)			Salinité de sortie (Ss) (mg/l)			Efficacité actuelle (%)		
	T10	T20	T30	T10	T20	T30	T10	T20	T30
05/03/2013	129	76	347	10	6	12	92.24	92.10	96.08
18/03/2013	161	84	237	11	5	11	93.26	94.05	95.35
28/03/2013	105	51	233	11	4	10	89.52	92.15	95.70
MOYENNE	131	70.3	272	10.6	5	11	92.36	92.62	95.95

III.2.2.1 Détermination de la quantité d'eau injectée par rapport au brut mesurée

$X = Q_w / Q_b$, $X = 0.0279$ taux de lavage moyen obtenu a partir du tableau N°12

$$Q_w = Q_b * X$$

$$Q_{w1} = 12.59 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{w2} = 12.44 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{w3} = 12.55 \text{ m}^3/\text{h}$$

III.2.2.2 calcul de la quantité de brut dessalé :

Pour calculer la quantité de brut dessalé il faut déterminer la quantité d'eau contenue dans le brut dessalé (inférieure à 0,1%.)

$$Q_{w_{ext}} = Q_b * 0,0022 = 605,86 * 0,0022$$

$$Q_{w_{ext1}} = 0.992 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{w_{ext2}} = 0.981 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{w_{ext3}} = 0.99 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donc:

$$Q_d = Q_b - Q_{w_{ext}}$$

$$Q_{d1} = 450.48 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{d2} = 445.09 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{d3} = 449.05 \text{ m}^3/\text{h}$$

III.2.2.3 détermination de la quantité d'eau de purge

$$Q'w = Q_b + Q_w - Q_d = 605,86 + 17 - 604,53$$

$$Q'w_1 = Q'w_2 = Q'w_3 = 17.99 \text{ m}^3/\text{h}$$

III.3 Calcul de la vitesse de décantation

D'après la Formule de STOKES [4] :

Formule N°9

$$V_d = \left[\frac{4}{3} \cdot \frac{(d_d - d_c)}{d_c} \cdot \frac{D \cdot g}{\varphi} \right]^{\frac{1}{2}} \dots (9)$$

d_d : Densité de phase dispersée (eau)

d_c : Densité de phase contenue (brut)

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2).

V_d : Vitesse de décantation (m/s).

D : Diamètre de la particule d'eau.

φ : Coefficient de résistance.

Nous commençons par le calcul du coefficient de résistance

III.3.1 calcul de coefficient de résistance :

On détermine le coefficient de frottement (φ), en fonction du nombre de Reynolds (Re). [2]

Formule N°10

$$\text{Re} = \frac{V_d \cdot D_p}{V_c} \dots (10)$$

Où :

V_d : Vitesse de décantation.

D_p : Diamètre de la particule d'eau.

V_c : Viscosité cinématique du pétrole.

Le diamètre de particule est déterminé à partir des données qui nous ont été fournies par le laboratoire de OURHOUD (tableau N°8)

Pour notre cas le taux de lavage $X = 2,79 \%$, et à partir du (graphe N°6) , on obtient un diamètre $D = 7.14 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

Aussi le coefficient de résistance dépend du régime d'écoulement comme mentionné dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°15 : représente les régimes d'écoulement

Régime d'écoulement	Re	Φ
Laminaire	$Re \leq 0.2$	$24/Re$
Transitoire	$0.2 < Re < 500$	$18.5/Re^{0.6}$
Turbulent	$Re \geq 500$	44

Pour réaliser ces calculs, nous procédons de la manière suivante :

On fixe le régime provisoirement et après avoir calculé la vitesse de décantation, on vérifie si le régime calculé, correspond au régime supposé.

Donc :

Supposant que le régime est un régime laminaire. D'après le tableau N°15 $\phi = 24 / Re$.

Alors, l'équation (4) devient :

Formule N°11

$$V_d = \left[\frac{1}{18} \cdot g \cdot \frac{(d_d - d_c) \cdot D^2}{d_c} \cdot \frac{1}{V_c} \right] \dots (11)$$

Avec :

$$Re = \frac{V_d \cdot D}{V_c}$$

III.3.2 Détermination de la viscosité de brut à 80°C :

Celle-ci est impossible à réaliser à une température de 80°C au niveau de laboratoire d'OURHOUD.

La méthode utilisée pour la déterminer la viscosité à 80°C consiste à :

Analyses viscosité à 20°C et 40°C au niveau du laboratoire OURHOUD

$V_c = 4,43$ Cst à 20°C et 3,67 Cst à 40°C

Pour déterminer la viscosité à la température de dessalage (80°C) nous utilisons la relation de **GROSS [3]**:

Formule N°12

$$\log \frac{\vartheta_{t1}}{\vartheta_{t2}} = R \log \frac{t_2}{t_1} \dots\dots(12)$$

On détermine d'abord le coefficient « R »

$$R = \log \frac{\vartheta_{t1}}{\vartheta_{t2}} / \log \frac{t_2}{t_1} \Rightarrow R = \log \frac{4.43}{3.05} / \log \frac{37.8}{20} = 0,58635$$

Donc, la viscosité du brut à la température de dessalage sera :

$$\log \frac{\vartheta_{t1}}{\vartheta_{t2}} = R \log \frac{t_2}{t_1}$$

$$\log \vartheta_{t2} = \log \vartheta_{t1} - R \log \frac{t_2}{t_1}$$

$$\log \vartheta_{80} = \log 4.43 - 0,5863 \log \frac{80}{20} = 0.2934$$

$$\vartheta_{80} = \mathbf{1.96 \text{ cst.}}$$

III.3.3 Détermination de la densité à 80°C :

La méthode utilisée pour la détermination de la densité à 80°C d'huile consiste :

- déterminer par analyse la densité de la phase continue à la température 20°C
 $d_{4}^{20} = 0,808$
- La densité à une température quelconque est donnée par la formule suivante [2] :

Formule N°12

$$d_4^t = d_4^{20} - \alpha (t-20) \quad \dots(12)$$

Avec α : Coefficient caractérisant la variation de la densité en fonction de la température [2]

Formule N°13

$$\alpha = 0,001828 - 0,00132 \quad \dots (13)$$

$$\alpha = 0,001828 - 0,00132 (0,808).$$

$$\alpha = 7,61. 10^{-4}$$

Donc, la densité à 80°C sera

$$d_4^{80} = 0.8112 - 7.61.10^{-4} (80 - 20) = 0.7655$$

-Même raisonnement pour la détermination de l'eau à 80°C

-Densité de l'eau sera égale à : $d_4^{80} = 0,970$ avec $d_4^{20} = 1,002$

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau N°16 :

Température (°C)	d_c	d_d	V_c (cst)
80	0,7655	0.970	1,85

Donc, la vitesse de décantation d'après l'équation (4) sera :

$$Vd = \frac{1}{18} \cdot 9,81 \cdot \frac{970 - 765,5}{765,5} \cdot \frac{(7,14 \cdot 10^{-5})^2}{1,85 \cdot 10^{-6}} = 4,01 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Vérification du régime d'écoulement :

$$Re = \frac{Vd \cdot D}{\nu} = \frac{4.01 \cdot 10^{-4} \cdot 7,14 \cdot 10^{-5}}{1,85 \cdot 10^{-6}} = 0,0154$$

$Re < 0,2 \longrightarrow$ régime laminaire

Donc : Le régime fixé au départ pour déterminer la vitesse de décantation est celui qui convient.

III.4 Calcul de la surface de dessaleur :

Le dessaleur est composé d'une partie cylindrique et deux hémisphères donc

$$\mathbf{S = S_1 + S_2}$$

S : surface du dessaleur (m²).

S₁ : surface de la partie cylindrique de dessaleur (m²).

S₂ : surface de deux calottes sphériques (m²).

Tel que :

$$\mathbf{S_1 = \pi R.L}$$

$$\mathbf{S_2 = 4 \pi R h}$$

R : rayon du dessaleur (**R** = 1,5m).

L : la longueur de la partie cylindrique (**L**=10 m).

h : (**h** = 0,75m).

Application numérique :

$$\mathbf{S_1 = 47,1m^2}$$

$$\mathbf{S_2 = 14,13m^2}$$

Donc la surface total du dessaleur est : **S=64.76m²**

III.5 calcul du volume de dessaleur :

$$\mathbf{V = V_1 + V_2}$$

V : volume du dessaleur (m³).

V₁ : volume de la partie cylindrique du dessaleur (m³).

V₂ : volume de deux calotte sphérique (m³).

Tel que :

$$\mathbf{V_1 = \pi R^2 L}$$

$$\mathbf{V_2 = (3R^3 + h^3) h \pi / 6}$$

Application numérique :

$$\mathbf{V_1 = 70,65m^3}$$

$$\mathbf{V_2 = 3,83m^3}$$

Donc le volume total du dessaleur est : $V=74,48m^3$.

III.6 calcul du temps de séjour :

Le temps de séjour est déterminé par la relation [6] :

Formule N°14

$$T_s = \frac{V}{Q_T} \quad \dots (14)$$

Où :

T_s : temps de séjour (mn).

V : volume de la capacité (m^3).

Q_T : débit volumique de la charge (m^3 /h).

$$Q = Q_b + Q_w$$

$$Q_T = 551 \text{ m}^3/h$$

$$T_s = 74,48/551 = 0,13 \text{ h.}$$

III.7 calcul du temps de décantation :

On peut calculer le temps de décantation par la formule suivante [4] :

Formule N°15

$$T_d = L_1 / V_d$$

où :

T_d : Temps de décantation (mn).

L_1 : Distance entre l'électrode basse et l'interface en (m).

V_d : vitesse de décantation (m/sec).

A.N:

$$T_d = 0,86/4,01.10^{-4} = 0,60h.$$

Remarque :

Pour éviter l'entraînement de l'eau séparée avec le brut dessalé, il faut que le temps de décantation soit supérieur au temps de séjour.

III.8 Calcul de la distribution de la charge

Sur la rampe de distribution on a deux rangées de trous. Le calcul de la distribution a pour but d'assurer une vitesse d'entrée admissible de la charge à travers les trous, l'augmentation de la vitesse améliore le degré de distribution de la charge sur toute la longueur du dessaleur, mais les grandes vitesses donnent lieu à une haute turbulence ce qui favorise la formation d'une émulsion stable

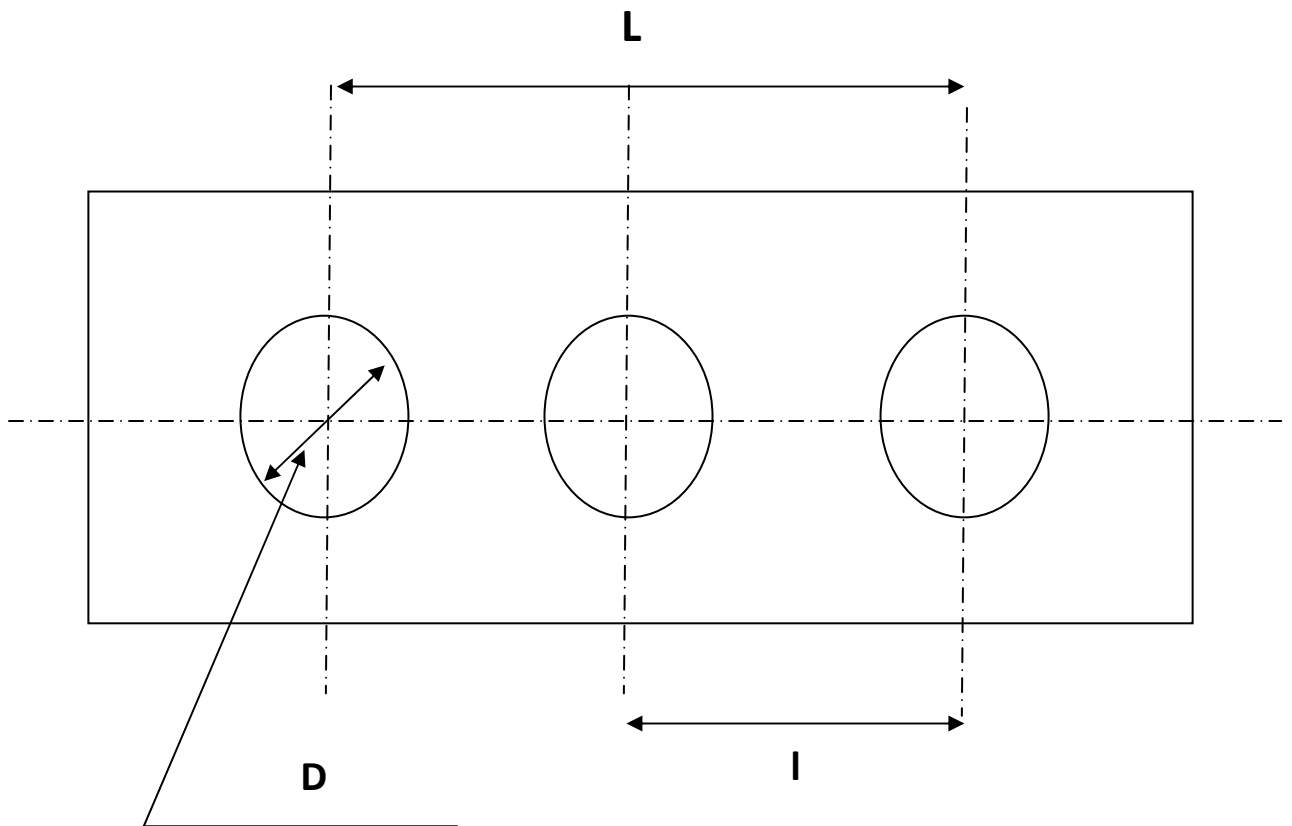


Figure-09 : Une partie de la rampe

III -9 Calcul du nombre de trous de destruction de la charge :

par la formule suivante :

$$Nt = A * n$$

Avec : **A** : nombre de rampes. **Nt** : Nombre totale de trous

$n = (L/l) + 1$, **L** : Distance séparant les deux trous extrêmes de chaque rangée (collecteur longueur)

l : la distance séparant les deux trous adjacents.

On à :

$L = 8400 \text{ mm}$ $l = 2800 \text{ mm}$

Donc, d'après la formule « **n** » on applique numériquement

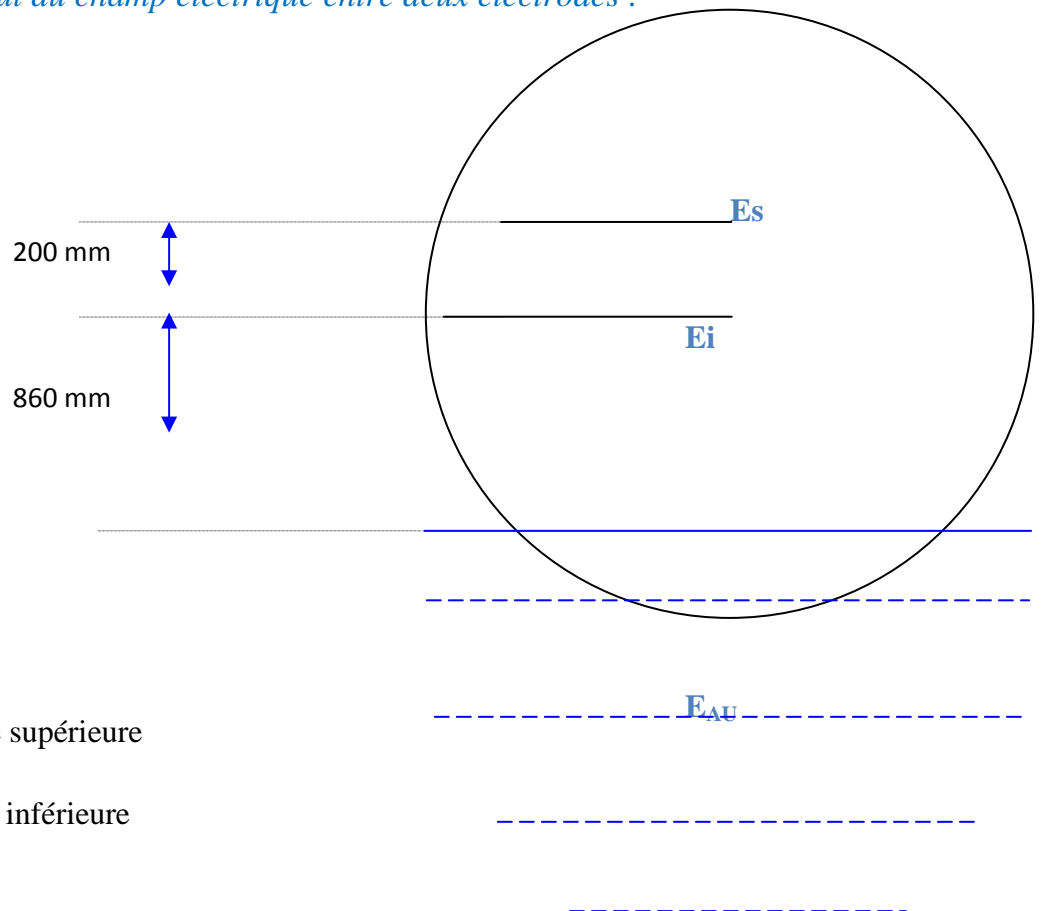
$$n = (8400/2800) + 1 = 4.$$

On à deux rampes de distribution donc le nombre total de trous est $N_t = n \times 2$

$N_t = 4 \times 2 = 8 \text{ Trous}$

III-10 calcule des caractéristiques de dessaleur

III.10.1 calcul du champ électrique entre deux électrodes :



Es : électrode supérieure

Ei : électrode inférieure

Figure-10 : les électrodes

Le champ électrique entre les deux électrodes est donné par la formule suivante [4]:

Formule N°16
$$E = U / L \quad \dots (16)$$

Où :

E : champ électrique entre les électrodes (volts/cm)

U : tension du courant en volts, $U = 20000$ volts

L : distance entre les électrodes. $L = 20$ cm

A.N : $E = 20000 / 20 = 1000$ Volts/ cm.

III.10.2 calcul du champ électrique entre le niveau haut d'eau et l'électrode inférieure :

Formule N°13
$$E_1 = U/L_1 \quad \dots(13)$$

E_1 : champ électrique entre l'électrode inférieure et le niveau haut d'eau (interface).

U : tension du courant. ($U = 20000$ volts)

L_1 : distance entre l'électrode inférieure et le niveau haut d'eau ($L_1 = 86$ cm)

Donc : $E_1 = 20000 / 86 = 232,56$ volts/cm.

Pour un bon fonctionnement du dessaleur, il faut que le champ électrique (**E**) entre les électrodes, soit inférieur au champ critique (E_C).

$$E < E_C$$

III.10.3 calcul de champ critique :

Formule N°14
$$E_C = A \sqrt{\frac{2 \cdot \delta}{\epsilon \cdot d}} \quad \dots(14)$$

Où :

δ : Tension superficielle entre l'eau et le pétrole en (g/cm²)

ϵ : Coefficient diélectrique.

d : diamètre de la gouttelette d'eau en cm

A : coefficient de proportionnalité.

On a:

$$D = 7,14 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 7,14 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\epsilon = 16$$

$$\delta = 15 \text{ g/cm}^2$$

X = Taux d'eau de lavage (X = 2,79% vol).

D'après le tableau n° 9, on trace la courbe $A = f(X)$ (voir graphe n°6) et on tire la valeur du coefficient de proportionnalité (A).

Donc, d'après le graphe n° 7 on a $X = 2,79\% \rightarrow A = 379$.

A.N:

$$E_c = 379 \sqrt{\frac{2.15}{16.7,14.10^{-3}}} = 6141,73 \text{ volts/cm}$$

Conclusion

Après le calcul du champ électrique (E) entre les électrodes et du champ critique (E_c), on remarque que le champ électrique entre les électrodes est inférieur au champ critique $E < E_c$.

Donc, notre dessaleur a un fonctionnement normal du point de vue électrique.

III.11 calculs efficacités du dessaleur et de dessalage

L'efficacité du dessaleur et celle du dessalage sont les paramètres qui conditionnent le rendement optimal du dessaleur. Ces deux termes peuvent être exprimés mathématiquement en fonction des différents paramètres intéressés dans le dessalage. [6]

Formule N°15

$$A = \frac{Z \left(Spe + \frac{X \cdot Sw}{100} \right)}{Y + X} \dots (15)$$

Où :

A : teneur en sel théorique optimale du brut à la sortie du dessaleur mesurée en mg/l.

Spe : teneur en sel du brut à l'entrée du dessaleur mesuré en (mg/l).

Sw : teneur en sel de l'eau injectée en (mg/l).

Y : teneur en eau du brut à l'entrer du dessaleur (%).

X : quantité d'eau injectée par rapport au brut mesurée en (% vol).

Z : teneur en eau du brut à la sortie du dessaleur (%).

On a comme donné de départ :

$$Spe = 375.88 \text{ mg/l.} \quad Sw = 1528 \text{ mg/l.} \quad X = 2,79 \%$$

$$Y = 1.33 \%. \quad Z = 0.04 \%$$

$$A = \frac{0,04 \left(375,88 + \frac{2,79 * 1528}{100} \right)}{0,51 + 3} = 4,06 \text{ mg/l}$$

L'efficacité du dessaleur est exprimée par la formule suivante :

Formule N°16

$$E = \frac{Spe - Sps}{Spe} \times 100 \quad ..(16)$$

Où :

E : efficacité de dessaleur en %.

Spe : teneur en sel du brut à l'entrée du dessaleur.

Sps : teneur en sel du brut à la sortie du dessaleur.

D'après le tableau de calcul de l'efficacité du dessaleur :

$$E = \frac{375,88 - 12,06}{375,88} \times 100 = 96,79\% \quad E = 96,79\%$$

L'efficacité de dessalage est donnée par la formule suivante :

$$E_p = \frac{S_e - S_s}{S_e - A} \times 100$$

$$E_p = \frac{375,88 - 12,06}{375,88 - 4,06} = 98,38 \%$$

$$E_p = 98,38 \%$$

III.12 comparaison entre le désigne et actuel des trois trains :

Tableau N°17 : Comparaison entre le désigne et actuel

GRANDEURS	DESIGN	ACTUEL		
		T10	T20	T30
1-Pétrole brut :				
✓ densité (API)	54	42	42	42
✓ teneur en sel d'entrée (mg/l)	/	216	110	263
✓ teneur en sel de sortie (mg/l)	Max 40	8.61	7.54	8.81
✓ débit d'alimentation (m ³ /h)	Max 730	451.47	446.08	450.04
2-Eau process :				
✓ taux d'eau de lavage (% vol)	5	2.7	2.79	2.75
✓ quantité de désumilsifiant (ppm)	10	00	00	00
3-Dessaleur :				
✓ pression de service (bar)	31	20	20.2	20
✓ température de service (°C)	110	80	80	80
✓ perte de charge maximale (Δp) (bar)	1.00	0.5	0.55	0.55
✓ efficacité (%)	95	92	92.79	95

Conclusion et recommandation

Les calculs nous ont montré que le système de dessalage à OURHOUD a une bonne efficacité, elle avoisine les 96 % avec une salinité de 3.5 fois moins que celle préconisée ou souhaitée par les spécificités de commercialisation du pétrole à savoir 40mg/l, de plus cette efficacité est atteinte sans l'injection de désémulsifiant qui a été préconisé avant avec un débit de 10ppm (5.6l/h), ce qui représente un gain de 2 milliards de dinars par an.

Les paramètres qui ont favorisé cette performance sont :

- Un bon suivi journalier du comportement de système de dessalage (analyse BSW et Salinité).
- Le maintien des paramètres d'exploitation du système comme conseiller par le constructeur.
- Le non dépassement du débit de brut à traiter.
- Un maintien d'une bonne température de dessalage.
- Le bon fonctionnement des installations à l'amont du dessalage.
- Rinçage hebdomadaire du font des dessaleurs pour l'évacuation de la boue qui aurait pu se formé.

Par contre à propos de la distribution de la charge sur les trois trains, d'après les analyses de salinité, on peut dire que la distribution de brut à travers les trois trains n'est pas homogène, cela pose un problème dans les différents parts de traitement (les trois trains).

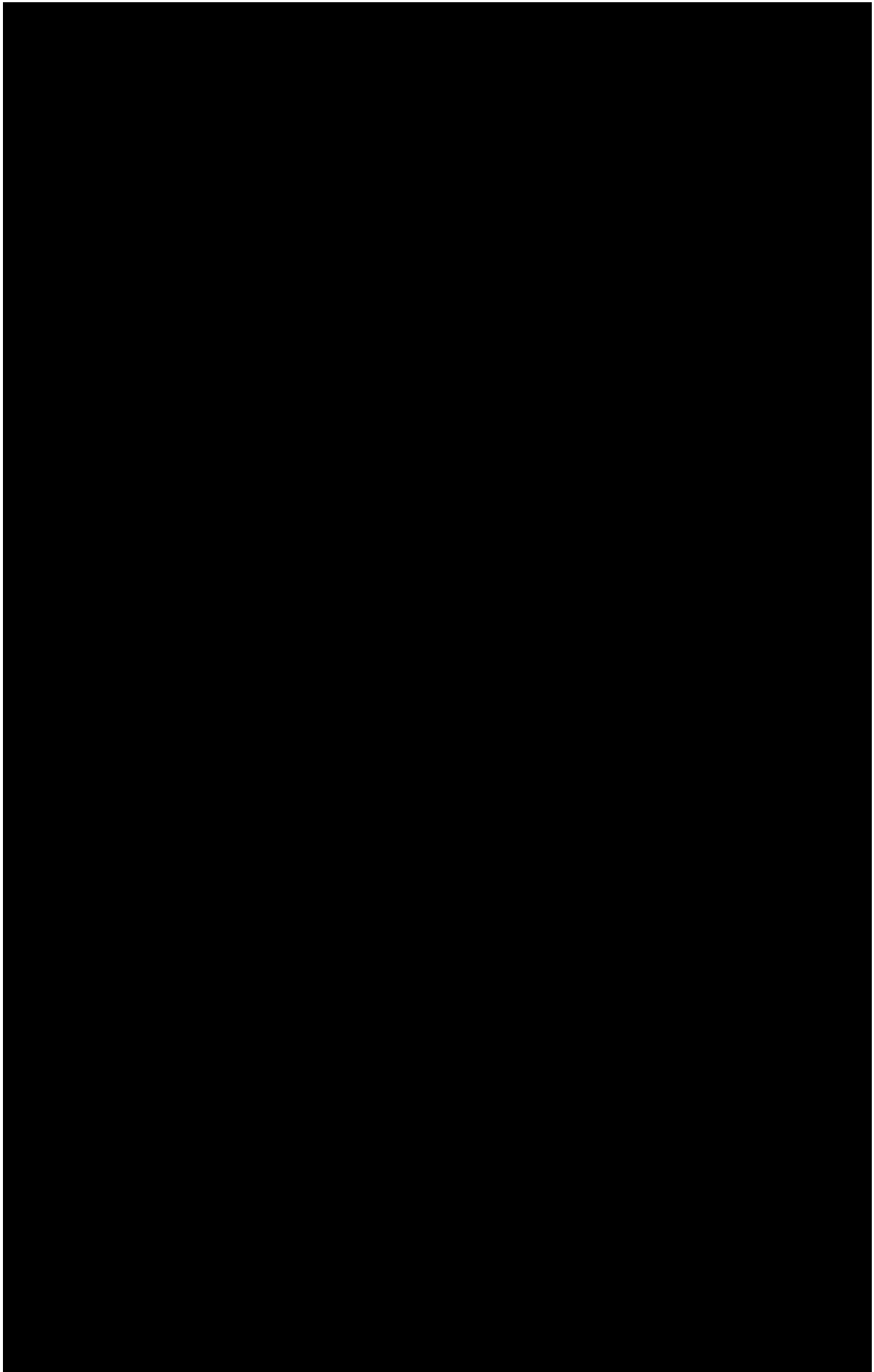
Recommandation

Alors pour améliorer l'efficacité de traitement en assurant un bon fonctionnement et une longue durée de vie des machines et des installations industrielles, nous allons proposer un système de distribution de brut, le principe était de collecter le brut qui sort de slugcatcher dans une capacité qui nous permettra d'obtenir tout un système de brut homogène et pour se faire ; les trois trains de traitements arrivent à traiter les même composantes de brut avec une salinité égale à celle l'entrée.

BIBLIOGRAPHIE

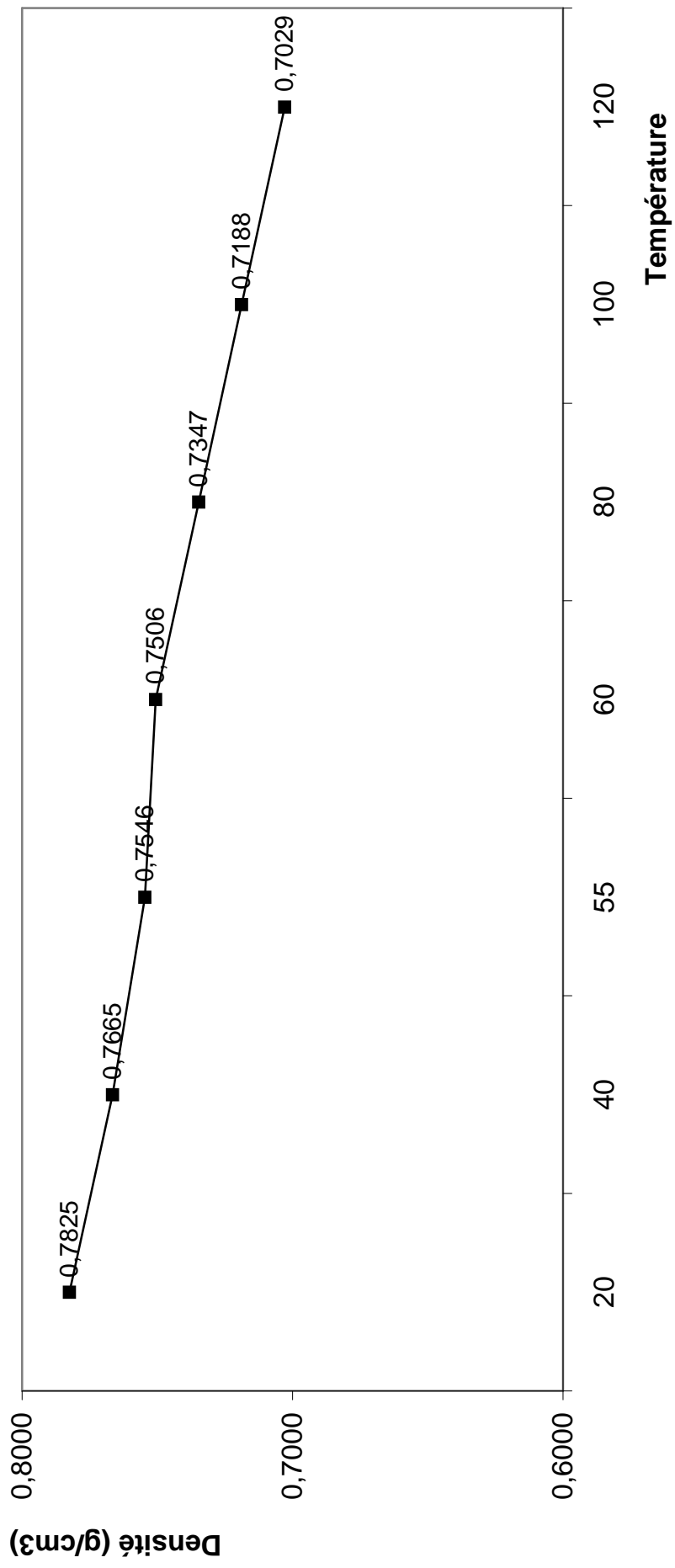
BIBLIOGRAPHIE

- [1] J. WAUQUIER .le raffinage du pétrole ‘ ’ procède de séparation’’. EDITION 1998
 - [2] P.WUITHIER. Raffinage et génie chimique tome I. Éditions Technip. Paris 1972
 - [3] P.WUITHIER. Raffinage et génie chimique tome II; édition 1972. Page 951---955
 - [4] production et traitement des pétroles bruts salés. Chambre syndicale de la recherche et de la production du pétrole et du gaz nature. Éditions Technip. Paris 1976. Page 13- 515
 - [5] JP. WAUQUIER. Dessalage de pétrole brut champ de production ; édition 1998
 - [6] S.SALHI .mémoire de fin d'étude ; LIMITE DE FONCTIONEMENT D'UN DESSALEUR ELECTROSTATIQUE de l'unité de traitement CPF au niveau d'ourhoud . 2006. page 80-102.
 - [7] mémoire de fin d'étude ; ETUDE DE L' AMILIORATION DU RENDEMENT DE L'UNITE DE DESALAGE CIS/HMD ; 2009/2010
 - [8] (A.SKOBLO, I.TREGOUBOVA, N.EGROV). méthodes et appareils d'industrie de pétrole .tome II. Moscow. 1967.
-



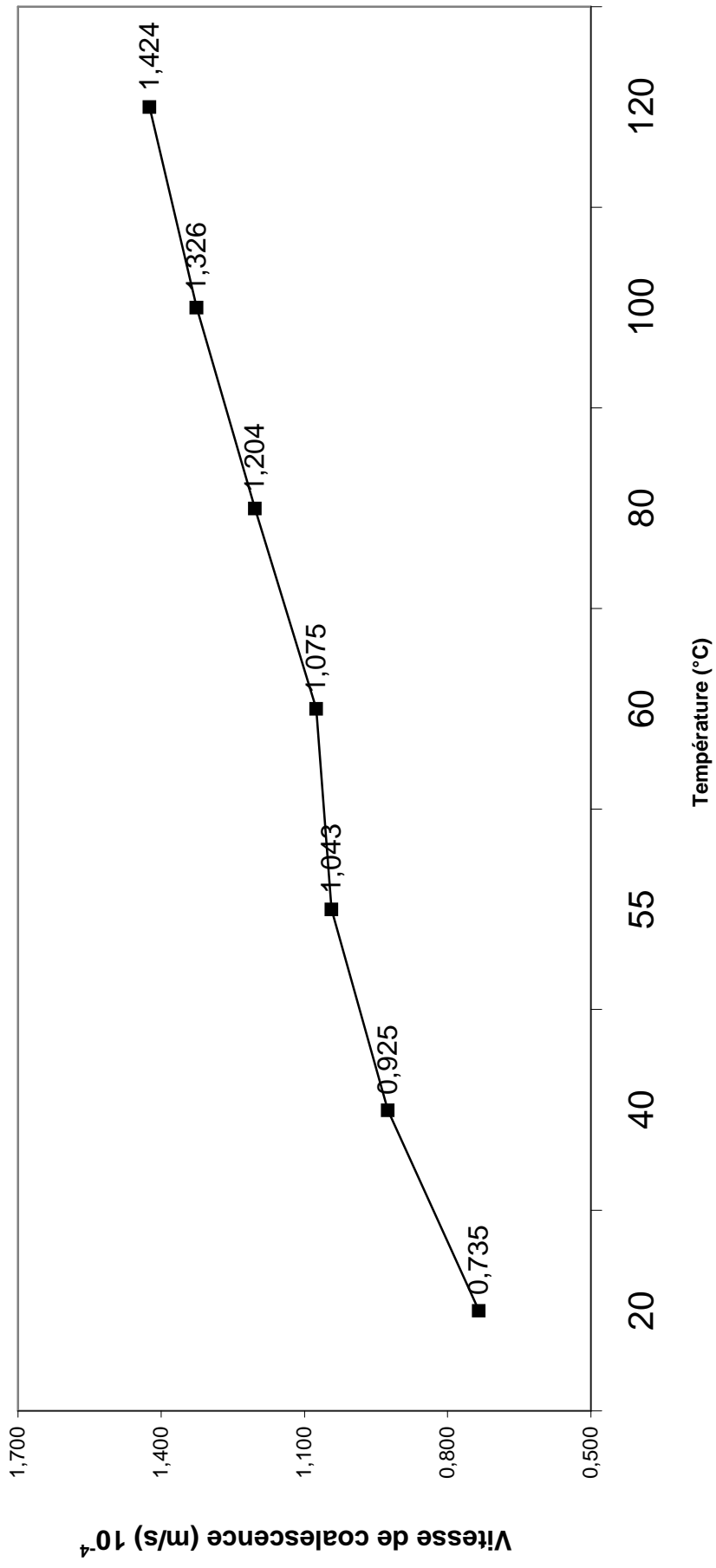
VARIATION DE LA DENSITE DE LA PHASE CONTINUE EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

GRAPHE N° 2



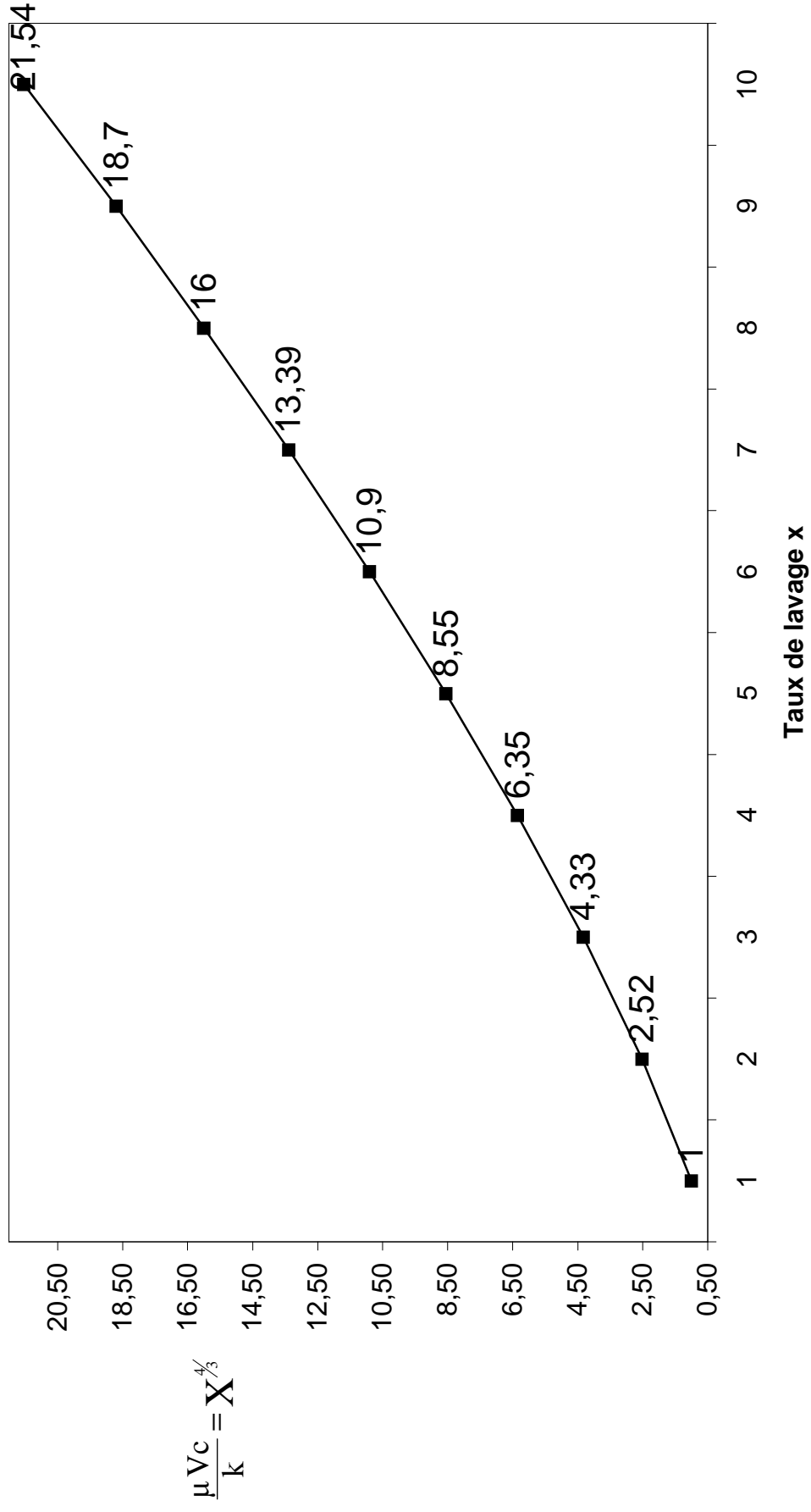
VARIATION DE LA VITESSE DE LA COALESCENCE EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

GRAPHE N° 3



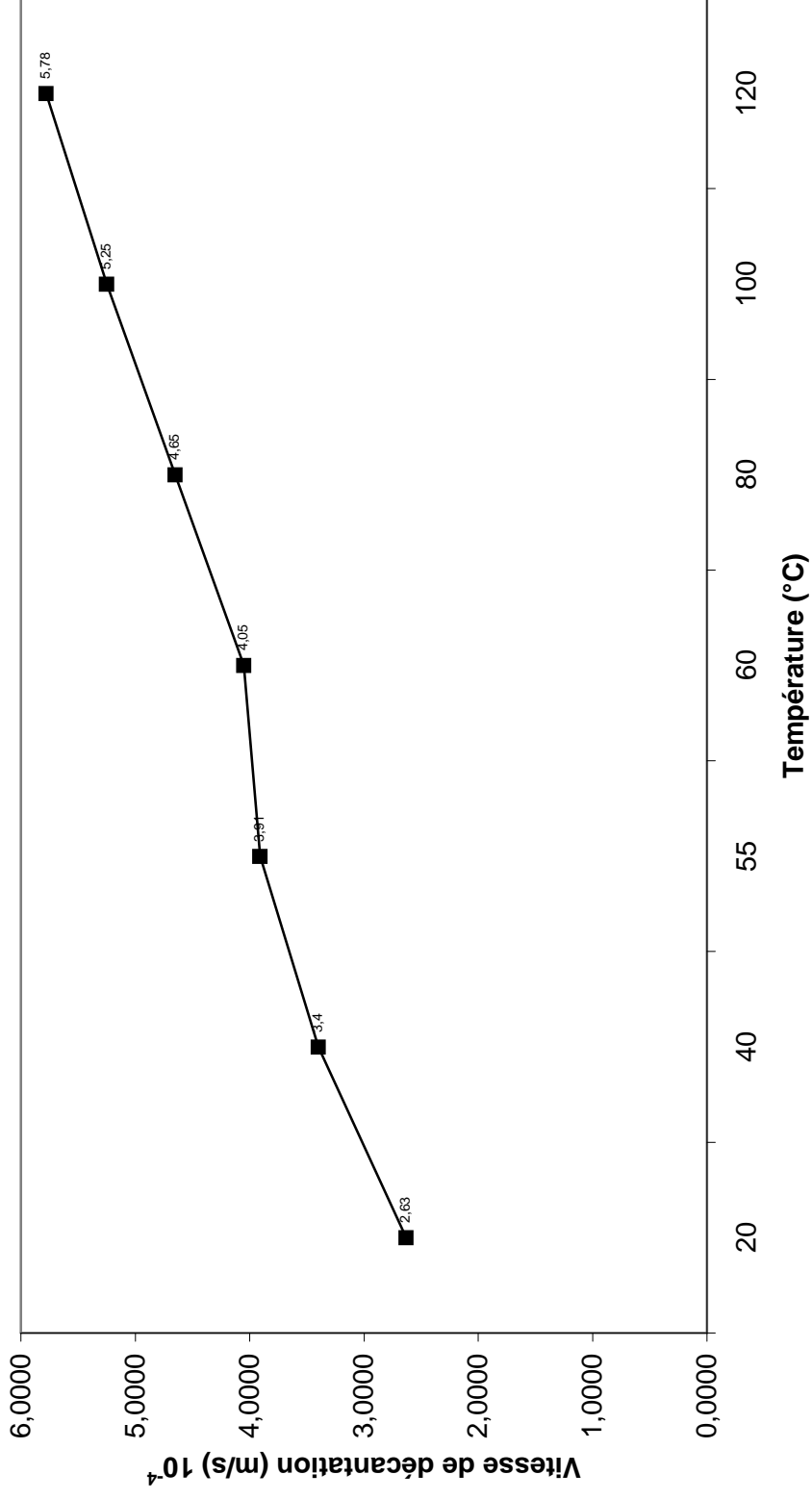
VARIATION DE LA VITESSE DE COALESCENCE EN FONCTION DU TAUX DE LAVAGE

GRAPHE N° 4



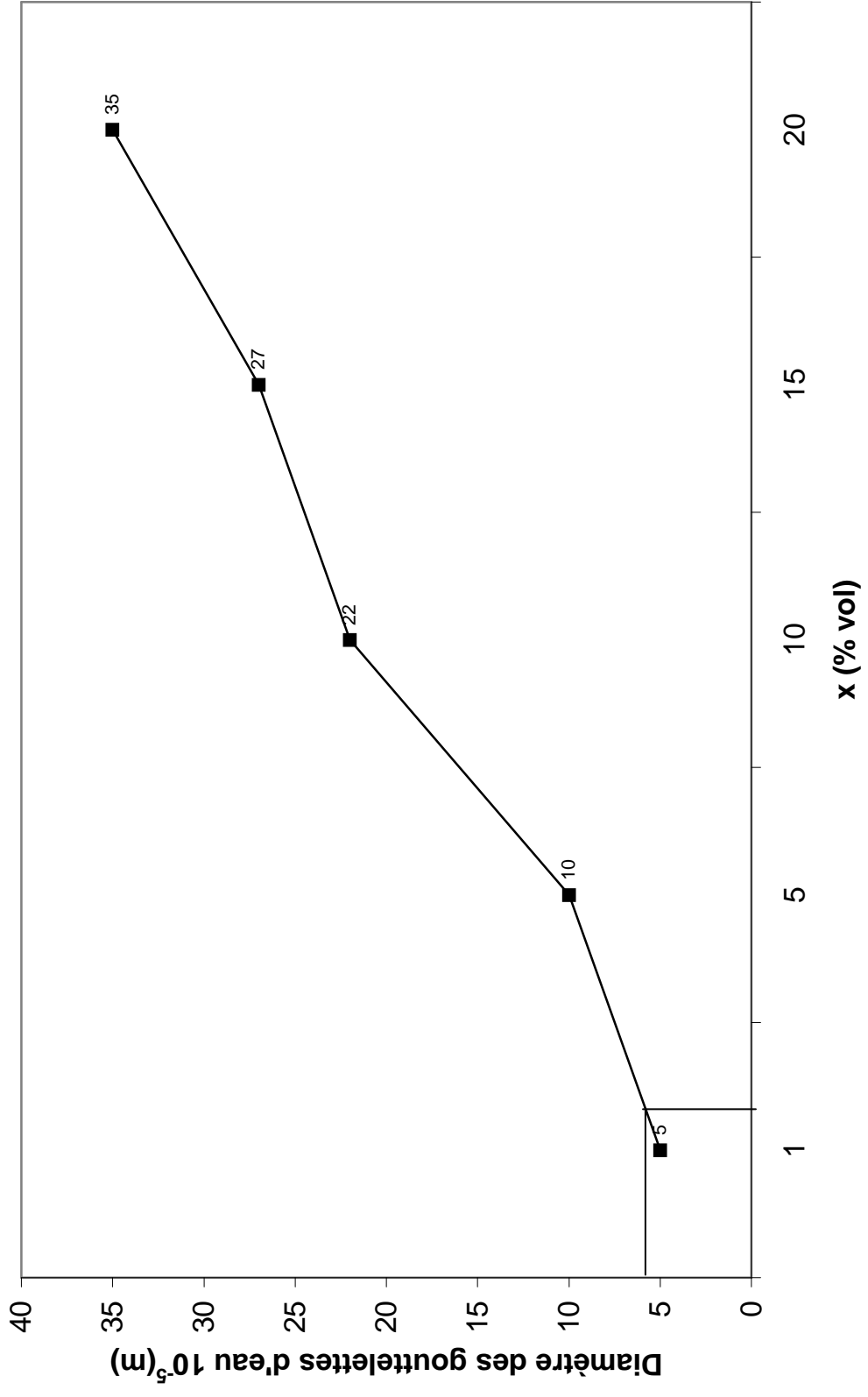
VARIATION DE LA VITESSE DE DECANTATION EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

GRAPHE N° 5



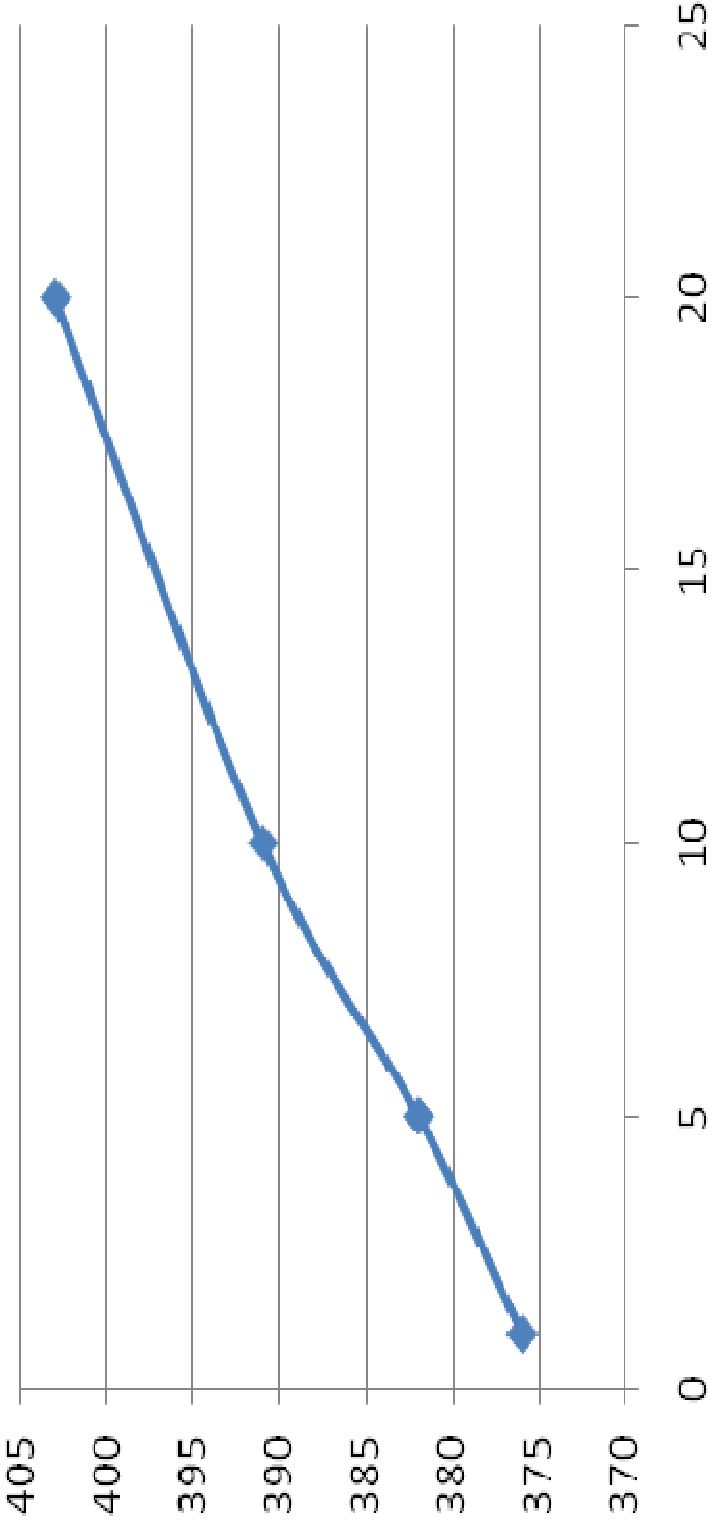
VARIATION DU DIAMETRE DES GOUTTELETTES D'EAU EN FONCTION DU TAUX DE LAVAGE

GRAPHE N° 6



A (coefficient de proportionnalité)

A



A

X (taux d'eau de lavage)

Interprétation des graphes

- On remarque avec l'augmentation de la température, la viscosité de la charge ainsi que sa densité diminue et les deux vitesses de coalescence et celle de décantation augmentent. Autrement dit diminue les forces opposées au déplacement des gouttelettes ayant une masse suffisante pour descendre par gravité vers le fond du dessaleur, entraînant avec elles des sels, d'où diminution de la salinité du brut à la sortie du dessaleur, et amélioration de l'efficacité du dessaleur.
- L'augmentation du taux d'eau de lavage augmente la force d'attraction des gouttelettes d'eau, car l'augmentation de ce dernier augmente la taille des gouttelettes d'eau (voir tableau N°=8) ce qui conduit à l'augmentation de la vitesse de décantation.

Commentaire

D'après l'interprétation des graphes, on constate que lorsque la température augmente les deux vitesses augmentent, car l'élévation de la température augmente l'agitation moléculaire, donc la probabilité de rencontre des gouttelettes d'eau augmente et la viscosité de la couche inter faciale diminue.

Cette coalescence provoque une augmentation du diamètre des gouttelettes d'eau, elles acquièrent alors une masse suffisante pour descendre par gravité vers le fond du dessaleur.

Résumé : Le dessalage est une opération très importante pour assurer le bon fonctionnement des différents traitements pétroliers, et éviter ses conséquences telles que la corrosion des équipements.

La commercialisation du brut, est régie par des contrats qui fixent en particulier les teneurs en sels et en eau (entre 40 et 60 mg/l en sel, et d'ordre de 1% en eau)

Nous tenons dans ce travail l'étude sur l'unité de dessalage du pétrole brut dans le centre de traitement « CPF » ou nous traitons le problème des sels existe dans le brut.

On concentre sur la méthode électrostatique et ses propriétés, les unités de dessalage électrostatique et sa vérification de calcul, après, nous faisons la comparaison entre les trois train et la distribution de la charge pour voir un bon rendement de l'usine au cours de fonctionnement.

Summary: The desalination is a very important operation to insure the smooth running of the various oil processings, and avoid its consequences such as the corrosion of equipments. The marketing of the crude oil, is governed by contracts which fix in particular the contents in salts and in water (between 40 and 60 mg / l in salt, and of order of 1%en water) We hold in this work the study on the unity(unit) of desalination(capsizing) of the crude oil in the processing center " CPF " or we treat(handle) the problem of salts exist in the crude oil We concentrate on the electrostatic method and its properties, the units of electrostatic desalination(capsizing) and its check of calculation, later, we make the comparison between three train and the distribution(casting) of the load(responsibility) to see one a maid yield(efficiency) on the factory during functioning