



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID – TLEMCCEN

MEMOIRE

Présentée à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE CHIMIE

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN CHIMIE

Spécialité: Chimie analytique

Par :

M^{elle} AMAR BENSABER Ikram

M^{elle} BELLIFA Sarra

Sur le thème

Utilisation des liquides ioniques d'ammonium Aliquat336 [Cl] et Aliquat336 [SCN] dans l'extraction par point trouble de colorant textile « Orange de Téton »

Soutenu publiquement le 19 Juin 2018 à Tlemcen devant le jury composé de :

M ^f ABDERRAHIM Omar	Professeur	Université de Tlemcen	Président
M ^f MAKHOUKHI Benamar	Professeur	Université de Tlemcen	Examineur
M ^f OUKEBDANE Khalil	Professeur	Université de Tlemcen	Encadreur

*Laboratoire des Technologies de Séparation et de Purification (LTSP)
BP 119, 13000 Tlemcen – Algérie*

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail à :

*Celle qui a consacré sa vie et souffert pour veiller à mon bien être, à la source de ma réussite, à **ma chère mère KHEIRA**. Que dieu vous garde.*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à vous **mon cher père KHEIR-EDDINE**. Que dieu vous garde.*

*A ma chère sœur **ASMA** et son mari **MOHAMED** et leur petit et adorable fils **HAYTHEM ABDELMAJID** pour leurs encouragements permanents, et leurs soutien moral.*

*A ma petite sœur **AMMARIA** merci énormément pour ton soutien le plus que précieux. Merci pour ton grand cœur et tes qualités trop longues à énumérer. Ma vie ne serait pas aussi magique sans ta présence et ton amour.*

*A mon cher petit frère **ISMAIL** pour toute l'ambiance dont tu m'as entouré, pour toute la spontanéité et ton élan chaleureux, puisse Dieu le tout puissant exhausser tous tes vœux.*

*A toute la famille **AMAR BENSABER** et **BEDAD** ; et mes très chères amies **ZINEB** et **SARAH***

*Sans oublier mes amis (es) des ces cinq belles années d'études, et mon binôme **SARRA***

IKRAM

Dédicace :

A mon très cher père Bellifa mohammed :

En reconnaissance des sacrifices consentis avec dévouement pour mon éducation et ma formation, pour votre soutien financier, moral et humain tout au long de mes études et de ma vie, vous resterez toujours une référence à mes yeux. Aucune dédicace ne saurait exprimée,

A ma très chère mère O . Mehidi

Qui m'a comblé de son soutien et m'a voué un amour inconditionnel. Elle est pour moi un exemple de courage et de sacrifice continu...

A mon frère Azzdine, pour son encouragement

A ma chère sœur Imane pour son soutien moral et à sa fille adorable Rihem

A mon très cher frère younes

Qui a été toujours présent pour moi ; il m'a soutenu et encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire

A mon binôme Ikram

Ainsi que tous les étudiants de ma promotion

J'adresse mes plus sincères remerciements à tous qui me sont chers

SARRA

Remerciements

Au terme de ce modeste mémoire, nous remercions le bon Dieu de nous avoir donné le courage pour arriver au bout de nos études .

Ce travail a été effectué au Laboratoire des Technologies de Séparation et de Purification (LTSP) de L'université Abou Bakr Belkaid Tlemcen .

Nos remerciements les plus sincères s'adressent a **Monsieur Didi Mohammed Amine** professeur à l'université Abou Bakr Belkaid qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre profonde gratitude pour l'accueil qu'il nous a réservé dans le laboratoire et la sollicitude constante qu'il nous a témoignée lors de l'accomplissement de ce travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à notre encadreur Mr **Oukebdane khalil** Professeur à l'université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, nous tenons à le remercier d'avoir pris en charge avec efficacité et ténacité le suivi de ce travail ; nous lui exprimons notre profonde gratitude pour le soutien scientifique qu'il nous a accordé, sa disponibilité toutes les fois que le besoin se faisait sentir, pour l'écoute consentie et la clarté de ces relations humaines

Nous voudrions remercier infiniment **Mlle R. Semmoud** à qui nous exprimons notre profonde gratitude pour son soutien et ses encouragements ainsi que pour les nombreux conseils qu'elle nous a prodigués.

Que nos examinateurs **Mr Abderrahim Omar** et **Mr Makhoukhi benamar** reçoivent par ces mots, tous nos remerciements pour avoir accepté de juger ce travail. Nous vous prions de croire à nos très respectueuses reconnaissances pour l'intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail, qu'ils trouvent ici nos profonds respects.

Nous remercions tous les membres du laboratoire «LTSP» ainsi que l'ensemble des enseignants du départements de chimie pour la sympathie qu'ils nous ont témoignée pendant nos années d'études, nous leur devons une grande considération pour leur franche collaboration et leur esprit de convivialité dans nos relations le long de ces études

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction Générale..... 2

Partie I : Etude bibliographie

Chapitre I : Technique de séparation..... 4

INTRODUCTION..... 4

I. LES DIFFERENTES TECHNIQUE DE SEPARATION : 4

I. 1. Extraction liquide-liquide (LLE) : 4

I. 2. Extraction en phase solide (SPE) : 4

I. 3. Micro Extraction en Phase Solide (SPME) : 4

I. 4. Extraction par point de trouble (CPE) : 5

I. 4. 1. Définition : 5

I.4. 2. Principe : 5

I. 4. 3. Applications de l'extraction par point trouble : 6

Chapitre II : Généralité sur les agents tensioactifs 7

II. 1. Définition : 7

II. 2. Classification des tensioactifs : 7

II. 2. 1. Classification basée sur la nature de la tête hydrophile..... 7

II. 2. 2 Classification selon la structure : 9

II. 3 Propriétés des tensioactifs non ioniques : 9

II. 3. 1 Adsorption aux interfaces : 10

II. 3. 2 Concentration micellaire critique (CMC) : 10

II. 3. 3. Morphologie des agrégats : 11

II. 3. 4 Point de Trouble 12

Chapitre III : Les liquide ionique 14

III.1.Définition :.....	14
III. 2. Structure du liquide ionique :	14
III.3. Propriétés générales des liquides ioniques :	14
III. 3. 1. Viscosité :.....	14
III. 3. 2. Densité :	15
III. 3. 3 Le point de fusion:	15
III. 3. 4. Stabilité thermique :.....	15
III. 3. 5. Toxicité et dangerosité :.....	15
III. 4. EXEMPLES D’IONS CONSTITUANT LES LIQUIDES IONIQUES.....	16
III. 5. Applications dans le domaine des procédés de séparation :	17
Chapitre IV : LES COLORANTS	18
IV. 1. Définitions	18
IV. 2. Classification chimique des colorants	19
IV. 2 .1 Les colorants azoïque :	19
IV. 2. .2 Les colorants anthraquinonique	19
IV. 2. 3 Les colorants indigoides	20
IV. 2. 4 Les colorants xanthènes	20
IV. 2. 5 Les phtalocyanines.....	20
IV. 3. Les colorants et leurs impacts environnement	21
IV. 4. Toxicité des colorants.....	21
IV. 5 Législation sur l’environnement.....	22
IV. 6. Colorant utilisé	22
Chapitre V : SPECTROMETRIE D’ ADSORPTION D’ULTRAVIOLET ET DE VISIBLE. 23	
Introduction	23
III.1. La loi de Beer Lambert.....	24
III.2 .Procédure d’analyse.....	25

Partie II : Etude expérimentale

I.INTRODUCTION :	27
II. PRODUITS CHIMIQUE UTILISES :	28
III. APPAREILS UTILISES :	28
IV. SYNTHÈSE ET CARACTÉRISATION DE L'ALIQUAT 336-SCN :	29
IV. 1. Synthèse de liquide ionique l'Aliquat336 [SCN]	29
IV. 2. Caractérisation de liquide ionique l'Aliquat336 [SCN]	29
V. PRÉPARATION DES SOLUTIONS	30
VI. Optimisation des paramètres de température de point trouble :	30
VI. 1. Effet de Tween 40 :	30
VI. 2. Effets des sels :	30
VI. 3. Effets des alcanes :	31
VI. 4. Effets des alcools :	31
VII. EXTRACTION DE TELON ORANGE PAR POINT TROUBLE	31
VII. 1. Procédure générale d'extraction de télon-orange par point de trouble :	31
VII. 2. Optimisation des paramètres d'extraction de Télon-orange par point de trouble :..	32
VII. 2. 1. Effet de la concentration de Télon-orange :	32
VII. 2. 2. Effet de la concentration du liquide ionique :	33
VII. 2. 3. Effets des sels :	33
VII. 2. 4. Effet de pH :	33
VII. 3. Modélisation de l'extraction de Télon-orange par point trouble :	34
VII. 3. 1. Facteurs et domaine d'étude	34

Partie III : Résultat et discussion

I. GENERALITES :	36
II. LA COURBE D'ÉTALONNAGE DU TELON-ORANGE :	37
III. SYNTHÈSE DE L'ALIQUAT336[SCN] :	38

IV. OPTIMISATION DES PARAMETRES DE TEMPERATURE DE POINT TROUBLE (TPT) :	39
IV. 1. Effet de Tween 40 :	40
IV. 2. Effets des sels :	41
IV. 3. Effets des alcanes :	42
IV. 4. Effets des alcools :	42
V. EXTRACTION DE TELON ORANGE PAR POINT TROUBLE	43
V. 1. Procédure générale d'extraction de télon-orange par point de trouble :	43
V. 2. Optimisation des paramètres d'extraction de Téton-orange par point de trouble : ...	44
V. 2. 1. Effet de la concentration de Téton-orange :	44
V. 2. 2. Effet de liquide ionique :	44
V. 2. 3. Effets des sels :	45
V. 2. 4. Effet de pH :	48
V. 3. Modélisation de l'extraction de Téton-orange par point trouble :	49
V. 4. Interprétation des résultats du modèle :	55
Conclusion générale	57
Référence	59

Liste des abréviations

LLE : Extraction liquide-liquide

SPE : Extraction en phase solide

SPME : Micro Extraction en Phase Solide

CPE : Cloud point extraction (Extraction par point de trouble)

TA : Tensioactif

CMC : Concentration micellaire critique

LI : Liquide ionique

Aliquat336: Chlorure de méthyltrioctylammonium

TPT : Température de trouble

Na₂SO₄ : Sulfate de sodium

NaCl : Chlorure de sodium

Na₂S₂O₃ : Thiosulfate de sodium

KSCN : Thiocyanate de potassium

Spectroscopie IRTF : spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier

CCM : Analyse par chromatographie sur couche mince

Sol : soluble

Ins : insoluble

% p/p (%m/m) : Pourcentage massique.

R(%) : Rendement de l'extraction

ppm : Partie par million

UV-Visible :Ultraviolet-Visible

Liste des figures

Partie I : Etude bibliographie

- Figure I-1:** Principe de l'extraction par point de trouble d'un ion métallique.
- Figure I-2 :** Représentation schématique d'une molécule de tensioactif
- Figure I-3 :** Différents classes des tensioactifs
- Figure I- 4 :** Classification des surfactants selon leurs structures
- Figure I.-5 :** Organisation des molécules tensioactives sous forme de micelles lorsque la Concentration en monomères C est supérieure à la CMC
- Figure I-6 :** Exemples de structures formées par des molécules de tensioactif.
- Figure I-7 :** Diagramme de phases d'un système eau-tensioactif non ionique
- Figure I-8 :** propriétés et structure chimique du TWEEN40
- Figure I-9:** Exemples d'ions formant les liquides ioniques, où Ri correspond à une chaîne alkyle
- Figure I-10 :** Structure chimique de l'Aliquat336
- Figure I-11 :** diverses applications des liquides ioniques
- Figure I-12 :** colorant azoïque
- Figure I-13 :** colorant anthraquinonique
- Figure I-14 :** colorants indugoides
- Figure I-15 :** colorants xanthènes
- Figure I-16 :** colorants phtalocyanines
- Figure I-17 :** Structure chimique de l'orange de télon
- Figure I -18 :** Le spectre électromagnétique
- Figure I – 19 :** trajet de lumière
- Figure I-20:** Représentations schématiques de spectrophotomètres

Partie II : Etude expérimental

Figure II- 1 : Changement de couleur de notre liquide ionique l'Aliquat336[SCN].

Figure II-2 : Schéma explicatif de la procédure générale d'extraction de Télon-orange par point de trouble

Partie III : Résultat et discussion

Figure III-1: Structure chimique de l'Aliquat336 [Cl] et l'Aliquat336 [SCN].

Figure III-2: Courbe d'étalonnage des solutions de Télon-orange en fonction de leurs concentrations établie par spectrophotomètre UV-Visible

Figure III-3 : Les spectres IRTF de l'Aliquat 336, de Thiocyanate d'ammonium, et du liquide ionique synthétisée

Figure III-4 : Utilisation des tensioactifs non ionique dans l'extraction par CPE

Figure III-5 : Evaluation de la température de trouble (TPT) en fonction du taux massique de Tween40

Figure III-6 : Evaluation de température de trouble en fonction de taux massique des sels

Figure III-7 : Evaluation de température de trouble en fonction de taux volumique des alcanes

Figure III-8 : Evaluation de température de trouble en fonction de taux volumique des alcools

Figure III-9 : Extraction par coacervat (CPT) de Télon-orange

Figure III-10 : Effet de la concentration de Télon-orange sur le rendement de l'extraction

Figure III-11 : Evolution du rendement d'extraction en fonction de taux massique de liquide ionique

Figure III-12 : Evolution du rendement d'extraction en fonction de taux massique de sulfate de sodium(Na_2SO_4)

Figure III-13 : Evolution du rendement d'extraction en fonction de taux massique de chlorure de sodium (NaCl)

Figure III-14 : Evolution du rendement d'extraction en fonction de taux massique de thiocyanate de potassium (KSCN)

Figure III-15 : Evolution du rendement d'extraction de Télon-orange en fonction du pH.

Figure III-16 : Présentation graphique des coefficients d'extraction par CPE de Télon-orange par l'Aliquat336 [SCN].

Figure III-17 : Quelques exemples des Surfaces de réponses pour l'extraction par CPE du Télon-orange.

Figure III-18 : Comparaison des réponses théoriques et expérimentales.

Liste des tableaux

Partie I : Etude bibliographie

Tableau I-1: Principaux groupes chromophores et auxochromes, classés par intensité croissante.

Tableau I- 2 : Les Principales classes de toxicité, Échelle de Gosseli

Partie II : Etude expérimental

Tableau II.1 : Produits chimiques utilisés.

Tableau II.2 : Masses de Tween 40 à peser

Tableau II.3 : Masses de sel à peser

Tableau II. 4 : calcul de la masse du liquide ionique à peser

Tableau II.5 : domaine expérimental de chaque facteur

Partie III : Résultat et discussion

Tableau III-1: Evolution de l'absorbance des solutions de Téton-orange en fonction de leurs Concentrations.

Tableau III-2: Solubilité des liquides ioniques dans différents solvants

Tableau III-3 : Rendements en fonction des variables X1, X2, X3 et X4 pour les 16 expériences

Tableau III-4 : Analyse de la variance

Tableau III-5 : Coefficients du modèle

Introduction Générale

Introduction Générale

La pollution des eaux provenant des rejets de l'industrie textile présente un vrai problème dont les aspects sont différents selon le niveau de développement des pays. Ces rejets présentent un véritable danger pour l'homme et son environnement en raison de leur stabilité et de leur faible biodégradabilité. Plusieurs traitements ont été utilisés pour diminuer l'effet néfaste des effluents rejetés.

Les procédés traditionnels tels que les procédés biologiques donnent des résultats insatisfaisants, du fait de la composition de ces rejets en matières toxiques et colorants qui sont difficilement biodégradables.

Les colorants textiles sont plus en plus présents dans notre vie quotidienne ; ces éléments sont l'un des problèmes majeurs de la pollution de l'environnement qui provoque des nuisances importants sur la nature et la santé humaine. Pour l'élimination de colorants textiles nous avons utilisé l'extraction à deux phases aqueuses comme technique de séparation (dite extraction par point de trouble ou par coacervat).

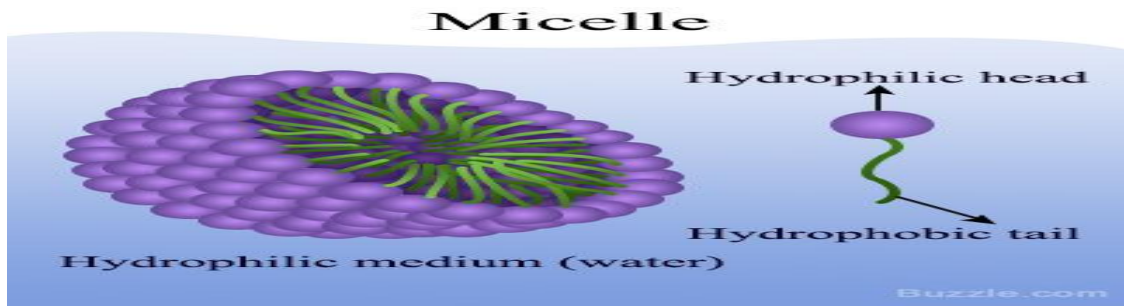
La technique d'extraction par point de trouble repose sur le principe qui consiste à piéger des polluants organiques ou métalliques, initialement présent en phase aqueuse dans la phase coacervat qui apparaît au-delà du point de trouble pour un tensioactif non ionique approprié.

Il s'agit d'une méthode de dépollution rapide, simple, efficace, peu coûteuse et considérée comme « verte ». Elle est en développement continu.

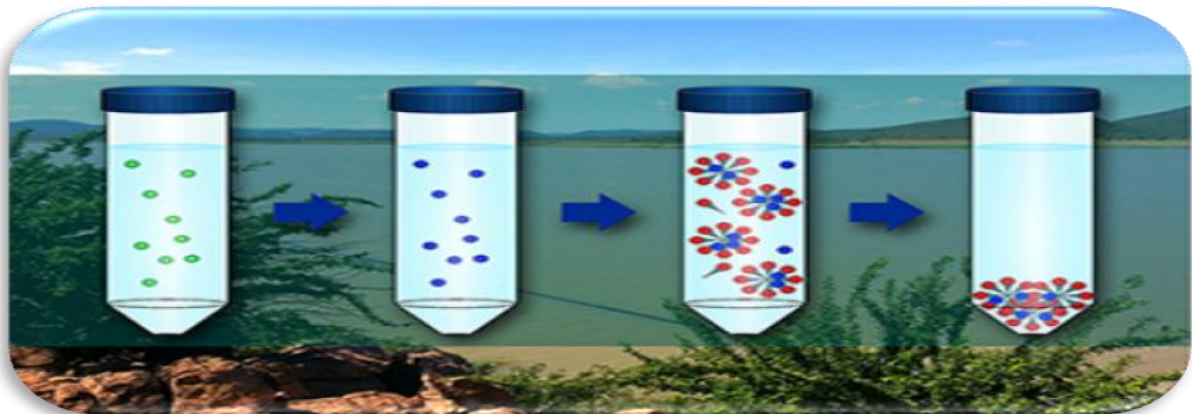
C'est pourquoi dans le cadre de ce mémoire, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'extraction de Têlon-orange à partir de leur solution aqueuse par la technique du point de trouble, en utilisant le Tween40 comme un tensioactif non ionique et par deux liquides ioniques notés LI qui jouent le rôle d'agents extractant.

Notre travail est articulé autour de trois grandes parties :

- Partie théorique englobant cinq chapitres :
 - ✓ Dans le premier chapitre nous allons tout d'abord présenter des généralités sur les techniques de séparation.
 - ✓ Dans le seconde chapitre nous décrivons à partir de littérature les principales propriétés des agents tensioactifs.
 - ✓ Les propriétés des liquides ioniques sont présentées dans le troisième chapitre.
 - ✓ Le quatrième et le cinquième chapitre définissent les colorants textiles et la technique d'analyse utilisée « spectroscopie UVvisible ».
- Partie expérimentale: elle présente le matériel et les méthodes utilisées pour réaliser les différentes expériences nécessaires à l'aboutissement de ce travail.
- Partie résultats et discussion : réservée aux résultats obtenus accompagnés des commentaires, des interprétations et de discussions qui s'imposaient.



Partie I: Etude bibliographique



Chapitre I : Technique de séparation

INTRODUCTION

Dans cette première partie, nous développeront les différents procédés de séparation. Elle comprend également les notions fondamentales sur l'extraction liquide-liquide par solvant et précisément la technique d'extraction par point de trouble utilisée dans cette étude.

Ensuite, nous abordons, d'après la littérature, une description générale des tensioactifs (classification, propriétés, structure, biodégradabilité) et les liquides ioniques (classification, utilisation...). Enfin, nous portons une attention particulière sur les caractéristiques des colorants ainsi que leurs rôles dans la pollution environnementale.

I. LES DIFFERENTES TECHNIQUE DE SEPARATION :

Les méthodes d'extraction sont parmi les plus utilisées en analyse immédiate. Elles sont utilisées depuis de nombreuses années à des fins de la récupération, la séparation et la purification. Parmi eux :

I. 1. Extraction liquide-liquide (LLE) :

L'extraction liquide-liquide est l'une des méthodes les plus utilisées. Elle se compose de la séparation des composés organiques entre l'eau et un solvant non miscible à l'eau. L'efficacité du partage dépend de l'affinité du soluté vis-à-vis du solvant d'extraction et du nombre d'étapes d'extraction.

I. 2. Extraction en phase solide (SPE) :

L'extraction en phase solide est basée sur le transfert de l'analyte d'une phase liquide ou d'une phase gaz à la phase solide. L'analyte est sélectivement adsorbé sur la surface de la phase solide puis désorbé par l'addition d'une petite quantité de solvant organique.

I. 3. Micro Extraction en Phase Solide (SPME) :

La micro-extraction en phase solide est une méthode simple pour extraire des composés des liquides, de l'air ou même des boues sans utiliser de solvant. Cette technique a été développée pour être sans solvant, et facile à utiliser, relativement peu coûteuse et portable [1].

I. 4. Extraction par point de trouble (CPE) :

I. 4. 1. Définition :

L'extraction par point de trouble, nommée également extraction par coacervat ou extraction à deux phases aqueuses, est une technique d'extraction liquide-liquide qui est basée sur la séparation des constituants d'un mélange aqueux par le biais d'emploi des agents tensioactifs de types non ioniques ou zwitterioniques [2].

I.4. 2. Principe :

L'extraction par point trouble est une méthode physico-chimique qui permet la séparation d'un ou plusieurs constituants organiques ou inorganiques d'un mélange aqueux en se basant sur les phénomènes d'agrégation micellaire caractérisant les surfactifs non ioniques utilisés (voir figure I-1).

En conséquence, l'opération d'extraction est basée sur les étapes suivantes :

- 1^{ère} étape: solubilisation de l'analyte dans les agrégats micellaires formés
- 2^{ème} étape : apparition du trouble (sous l'effet de température) ;
- 3^{ème} étape : séparation de phase (une phase coacervat dense et riche en tensioactif et une autre phase dite diluée pauvre en tensioactif). [2]

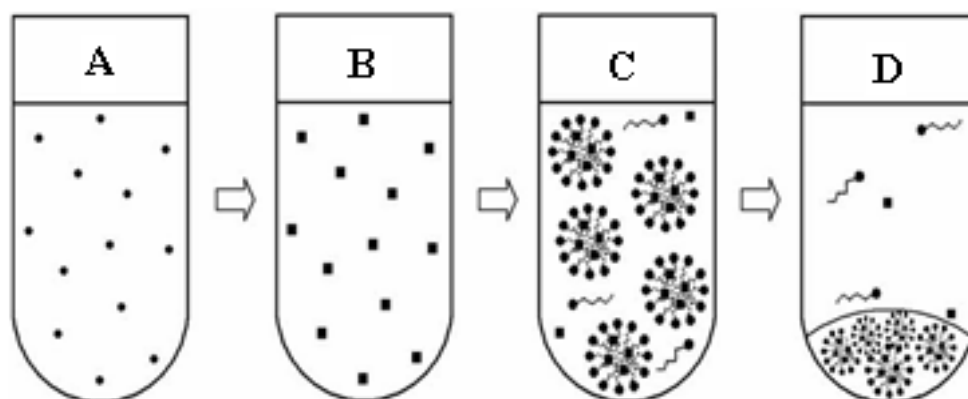


Figure I-1: Principe de l'extraction par point de trouble d'un ion métallique.

(A): *Solution métallique ;*

(B): *Formation de complexes métalliques après ajout d'agent complexant ;*

(C): *Piégeage des complexes à l'intérieur des micelles ;*

(D): *Séparation de phases suite à l'élévation de la température [2]*

I. 4. 3. Applications de l'extraction par point trouble :

Le champ d'application du CPE est de plus en plus étendu surtout ces dernières années :

- ✚ Opérations de dépollution des effluents industriels ou de concentration des produits chimiques fins pour leur valorisation. Un troisième corps dissous dans l'eau, tel un composé organique ou une macromolécule biologique, partagera clairement en faveur du coacervat grâce au phénomène de solubilisation micellaire [3]
- ✚ Isolement physique des antioxydants (phénols) d'olive moulus des eaux usées [4]

Chapitre II : Généralité sur les agents tensioactifs

II. 1. Définition :

Un tensioactif également appelé surfactif ou agent de surface est une molécule amphiphile d'origine naturelle ou synthétique (figure I-2) dont la structure chimique est constituée de deux parties de polarités différentes et d'affinités opposées. On distingue :

- ✚ Partie hydrophobe (lipophile) : non polaire. Elle est généralement sous forme de chaîne carbonée linéaire, ramifiée ou fluorocarbonée contenant 8 à 18 atomes de carbone, qui présente une affinité pour les solvants organiques.
- ✚ Partie hydrophile (polaire) : non ionique, ionique ou zwitterioniques. Elle est accompagnée par un contre-ion dans les deux derniers cas, qui présente une affinité pour les molécules d'eau[5].

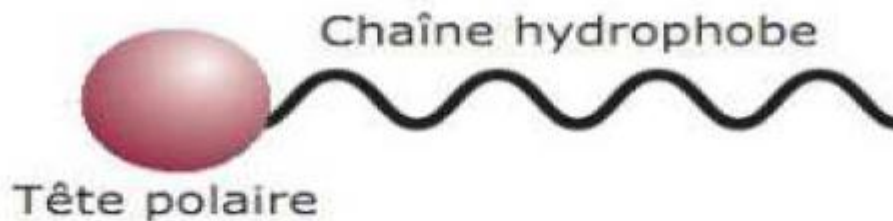


Figure I-2 : Représentation schématique d'une molécule de tensioactif [6]

II. 2. Classification des tensioactifs :

Les tensioactifs peuvent être classés en fonction de la nature de leur tête hydrophile ou de leur structure.

II. 2. 1. Classification basée sur la nature de la tête hydrophile

Cette classification est la plus couramment utilisée et il existe quatre grandes classes selon la nature de leur groupe hydrophile : les dérivés anioniques, cationiques, amphotères et non ioniques (voir figure I-3).

- **Les tensioactifs anioniques** sont les premiers à être synthétisés et les plus utilisés au monde. Ce sont des molécules qui donnent des anions organiques dans l'eau (un groupe acide déprotoné qui peut être un carboxylate, un sulfate, un sulfonate, etc.)

associé à des cations (habituellement un métal alcalin). Ils sont de très bons agents moussants et détergents.

- **Les tensioactifs cationiques** portent une charge positive sur la partie polaire, le plus souvent un ammonium.
- **Les tensioactifs amphotères** portent à la fois une charge positive et une charge négative, ce sont donc des molécules zwitterioniques. Ils sont analogues aux phospholipides naturels et constituent une famille de produits peu irritants et peu agressifs sur le plan biologique.
- **Les tensioactifs non ioniques** ne donnent pas d'ions dans l'eau, leur solubilité est due à la présence de groupements polaires. Ces tensioactifs sont compatibles avec les trois autres groupes et de ce fait sont souvent utilisés avec d'autres amphiphiles dans des formulations à usages spécifiques. La partie hydrophobe est greffée à la tête hydrophile par des liaisons de type éther, ester, amide,...etc. La tête polaire est constituée soit par des ponts oxygènes, soit par des groupements hydroxyles.[7]

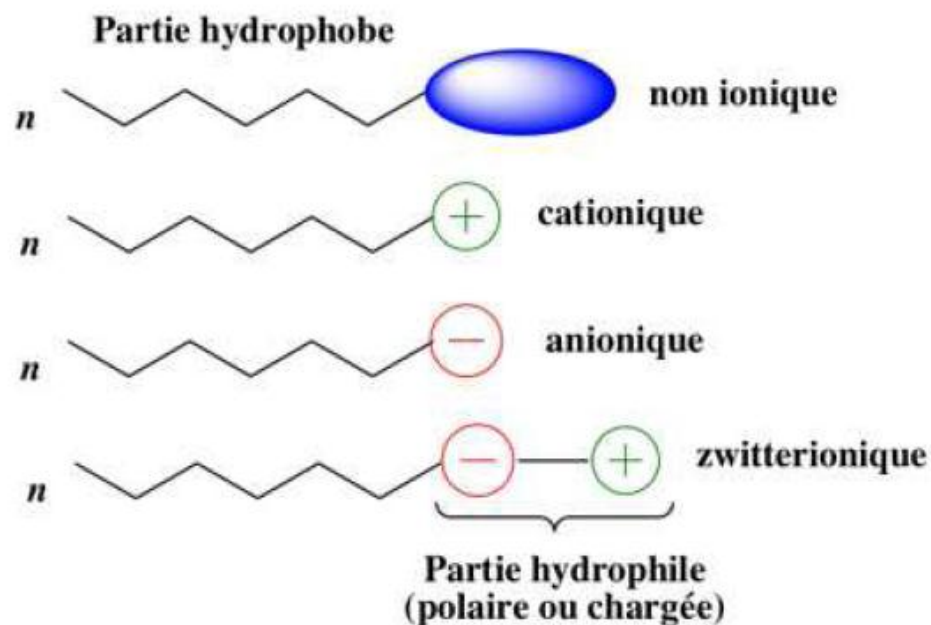


Figure I-3 : Différentes classes des tensioactifs [5]

II. 2. 2 Classification selon la structure :

Les tensioactifs peuvent être divisés en plusieurs catégories selon leur structure (nombre et disposition des pôles hydrophiles et hydrophobes au sein de la molécule [8] comme la montre la figure suivante :


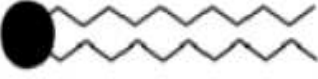

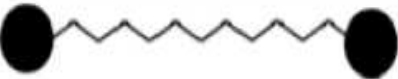
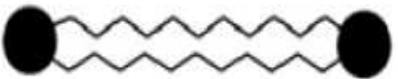
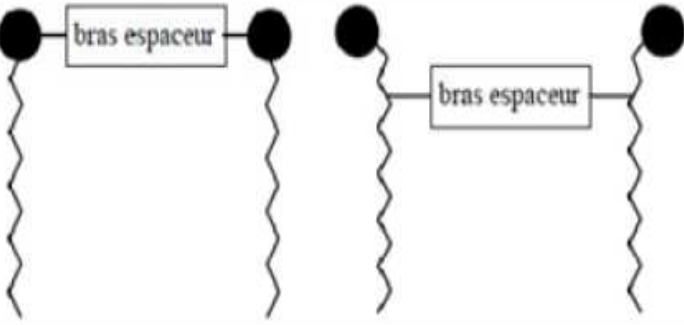
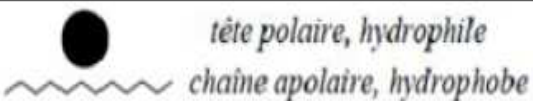
Structure du tensioactif	Nom
	Monocaténaire
	Bicaténaire
	Tricaténaire
	Bolaforme simple
	Bolaforme double chaîne
	Gémérés
	Légende

Figure I. 4 : Classification des surfactants selon leurs structures[9].

II. 3 Propriétés des tensioactifs non ioniques :

La structure particulière des tensioactifs leur donne deux propriétés fondamentales qui sont responsables de pratiquement toutes les propriétés du système qui les contient: l'adsorption sur les surfaces ou les interfaces, et l'association polymoléculaire sous la forme de micelles ou d'autres structures.

II. 3. 1 Adsorption aux interfaces :

Un surfactant est un composé chimique qui, dissous ou dispersé dans un liquide a la propriété surprenante d'adsorber aux interfaces, ce qui détermine un ensemble de propriétés physico-chimiques d'intérêt pratique.

En effet, cette adsorption conduit à deux types d'effets différents séparément ou simultanément : diminution d'une ou de plusieurs forces de liaison interfaces du système d'une part, stabilisation des interfaces par formation de couches adsorbées qui s'opposent mécaniquement à toute réduction de la surface inter-faciale et à leur disparition d'autre part. Ces deux facteurs provoquent généralement une diminution de la tension de surface du solvant. De plus, ces tensioactifs modifient non seulement les propriétés de la surface mais aussi les interactions entre les surfaces[10].

II. 3. 2 Concentration micellaire critique (CMC) :

Les nombreuses applications des surfactants dépendent, en partie, de leur capacité à former des micelles. La concentration à partir de laquelle un composé tensioactif s'auto-associe sous forme micellaire en solution aqueuse est appelée concentration micellaire critique [11]. La figure suivante montre l'Organisation des molécules tensioactives sous forme de micelles lorsque la concentration en monomères est supérieure à la CMC.

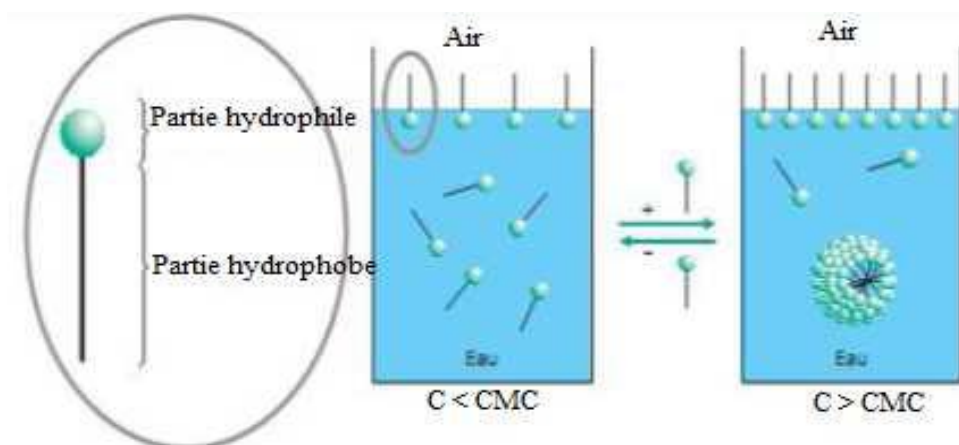


Figure I.-5 : Organisation des molécules tensioactives sous forme de micelles lorsque la concentration en monomères C est supérieure à la CMC [5].

Sa valeur est une caractéristique du tensioactif, elle dépend de la nature chimique du surfactant mais aussi des facteurs externes (concentration d'électrolyte ou température). Nous pouvons noter quelques règles générales :

- ❖ Les CMC des tensioactifs non ioniques avoisinant 10^{-5} M sont inférieures à celles des ioniques ($\approx 10^{-3}$ M).
- ❖ Pour une même classe de tensioactifs, la valeur de la CMC diminue lorsque le caractère hydrophobe augmente.
- ❖ La valeur de la CMC augmente avec le caractère hydrophile du tensioactif.
- ❖ La CMC des tensioactifs non ioniques est peu affectée par la présence d'électrolytes.
- ❖ La CMC d'un mélange de tensioactifs est inférieure à celle d'un surfactant pris séparément
- ❖ La CMC est influencée principalement par la nature du tensioactif, la température, la force ionique du milieu et la nature du contre-ion. D'autres facteurs interviennent aussi sur la CMC, comme la pression et la présence des traces de l'impureté [5].

II. 3. 3. Morphologie des agrégats :

En fonction de l'amplitude relative des forces hydrophobes et hydrophiles, les tensioactifs s'auto-associent pour former une grande variété de structures (colloïdes d'association) qui peut être modulé en ajustant les paramètres thermodynamiques et moléculaires. En jouant sur la structure des chaînes hydrophobes et hydrophiles, la concentration du tensioactif, la nature du solvant, la concentration d'un sel et enfin la température, on obtient des micelles de structures très variées[12]. La figure I-6 présente les différentes formes et structures formées par des molécules de tensioactif.

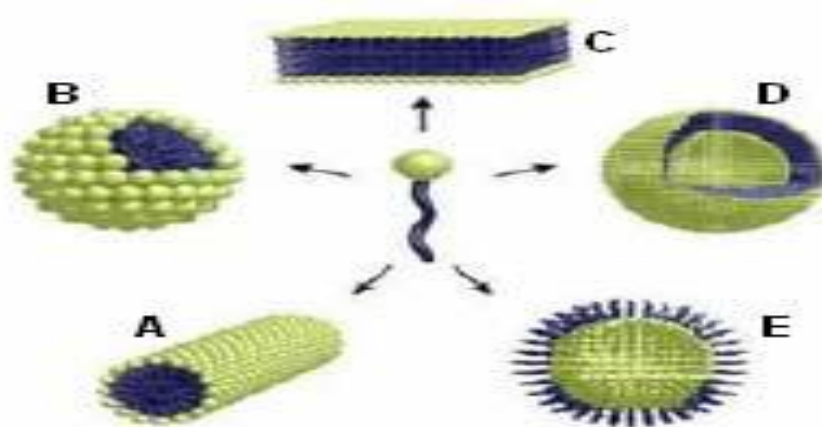


Figure I-6 : Exemples de structures formées par des molécules de tensioactif.

A) micelle cylindrique, B) micelle directe, C) bicouche,
D) vésicule, E) micelle inverse[10]

II. 3. 4 Point de Trouble

Le point de trouble est un paramètre caractéristique des tensioactifs non ioniques. Lorsque l'on chauffe une solution micellaire refermant ces surfactifs l'apport d'énergie thermique provoque une déshydratation partielle de la chaîne hydrophile en rompant des liaisons hydrogènes entre les molécules d'oxyde d'éthylène et d'eau (Corti et coll., 1984) ; Blankschtein et coll., 1985; Rupert, 1992 ; Quina et Hinze, 1999). Si le nombre de ces liaisons n'est pas suffisant pour contrebalancer l'enchaînement de la chaîne hydrocarbonée du tensioactif, la taille des micelles augmente rapidement et le système se sépare en deux phases en équilibre, la plus concentrée en tensioactif étant appelée coacervat et l'autre phase diluée, dont la concentration en tensioactif est en général voisine de la CMC (figure I-7).

Il est connu que la formule chimique des tensioactifs non ioniques a une influence assez importante sur le point de trouble. Signalons également que cette température est très sensible aux agents externes, tels que, les électrolytes, les alcools, les additifs organiques et les tensioactifs ioniques.

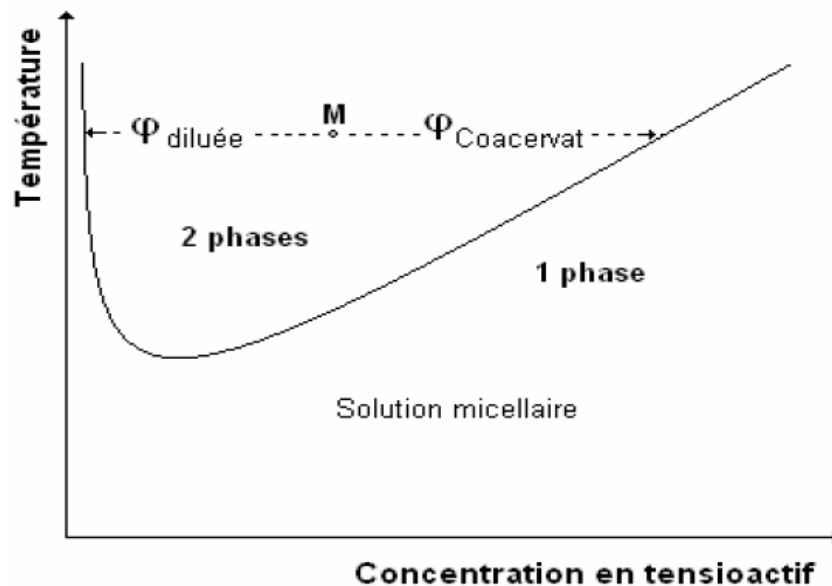


Figure I-7 : Diagramme de phases d'un système eau-tensioactif non ionique [10]

La force motrice de la séparation des phases est régie par la différence entre les masses volumiques des phases diluée et coacervat. La démixtion des phases est réversible : par refroidissement, à une température au-dessous de la température de trouble, le mélange redevient homogène.

La définition du phénomène de trouble a plusieurs interprétations très semblables qui se complètent. Le mécanisme selon lequel a lieu la séparation de phases a été assez discuté dans les années 60 à 90, néanmoins il continue d'être une source de controverse. Passons en revue quelques phénomènes qui ont lieu durant la formation des micelles jusqu'à la température de trouble [10].

Remarque : il faut signaler que au cours de toute cette étude nous avons testé et utiliser un tensionactif non ionique qui est le Polyoxyéthylènesorbitan monopalmitate « TWEEN40 ».

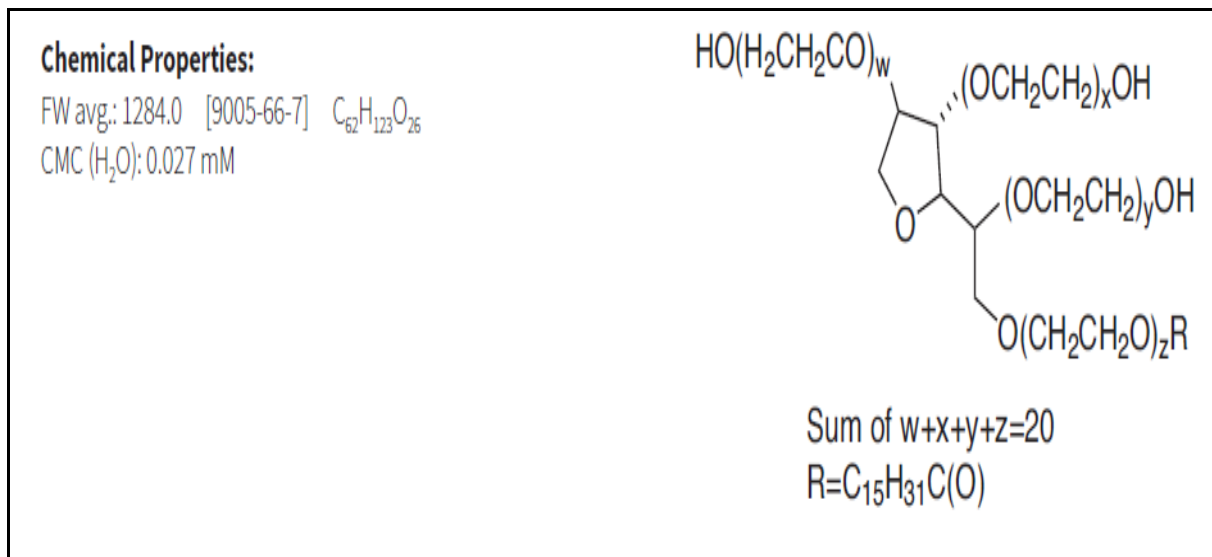


Figure I-8 : propriétés et structure chimique du TWEEN40.

Chapitre III : Les liquide ionique

III.1. Définition :

Les liquides ioniques (LI) sont des sels liquides qui diffèrent de tous les sels fondus par une température de fusion inférieure à 100 °C (fixée arbitrairement par rapport à la température d'ébullition de l'eau) mais un grand nombre d'entre eux sont liquides à température ambiante. Les LI sont constitués d'un cation le plus souvent organique, associé à un anion organique ou inorganique, et les combinaisons possibles cation / anion sont très nombreuses (> 10⁶) et en constante évolution[13].

III. 2. Structure du liquide ionique :

Le plus souvent, les LI consistent en un cation organique et un anion organique ou inorganique. Chaque combinaison (plus que 10⁶ combinaisons binaires différentes et plus que 10¹⁸ combinaisons tertiaires) d'un couple [cation-anion], conduit à un nouveau produit avec de nouvelles propriétés et applications[14] . Les liquides ioniques ne sont composés que d'espèces ioniques. Il y a une multitude de cations et d'anions qui peuvent composer un liquide ionique.

Néanmoins, il est possible de dessiner quelques règles générales:

- ❖ les cations sont dans la plupart des cas grands et volumineux, et composés d'au moins un hétéroatome (tel que l'azote, le phosphore ou le soufre).
- ❖ Les anions utilisés peuvent être inorganiques ou organiques[15]

III.3. Propriétés générales des liquides ioniques :

Les liquides ioniques présentent un certain nombre de propriétés physico-chimiques qui font d'eux une classe de solvants très convoitée : leur facilité de préparation, leur haute stabilité thermique (qui les placent avantagement en solvant de choix pour les réactions à haute température) ainsi qu'une pression de vapeur saturante négligeable qui les rend non inflammables[16].

III. 3. 1. Viscosité :

Les liquides ioniques sont généralement des liquides incolores à haute viscosité[17]. Ce dernier est déterminé par leur tendance à former des liaisons hydrogène et par leur force

d'interaction de Van der Waals. La viscosité des liquides ioniques est supérieure à celle des solvants moléculaires.

Il augmente avec la longueur des chaînes cationiques, et peut être diminué en augmentant légèrement la température ou en ajoutant de petites quantités de cosolvant organique [17].

III. 3. 2. Densité :

La densité de LI est également fonction de la nature de l'anion. C'est également une fonction décroissante du nombre de la chaîne alkyle porté par le cation, comme par exemple pour l'imidazole. La densité des LI est également une fonction décroissante de la température[16].

III. 3. 3 Le point de fusion:

Le critère clé pour l'évaluation d'un liquide ionique est, par définition, son point de la fusion. Un sel fondu est un liquide ionique défini lorsque son point de fusion est inférieur à 100 ° C. Et à des températures de décomposition élevées (350-400 °C), la température de fusion des LI dépend de la nature du cation mais surtout de l'anion. Plus l'anion est grand, plus le point de fusion du LI est faible. De même, les cations encombrés portant des substituants asymétriques conduisent à des LI à fusion plus basse[13].

III. 3. 4. Stabilité thermique :

La température maximale d'utilisation des LI est fixée par sa température de décomposition. Généralement, les cations imidazolium ont une décomposition supérieure à celle des cations ammonium, permettant leur utilisation à des températures supérieures à 250 ° C et dans certains cas supérieures à 400 °C. La stabilité thermique pour un liquide ionique constitué d'un cation imidazolium dépend essentiellement de la structure de l'anion[14].

III. 3. 5. Toxicité et dangerosité :

La toxicité des LI est actuellement mal connue, bien que des études aient été récemment entreprises pour évaluer les propriétés toxicologiques. La toxicité des LI constitués par le cation alkyimidazolium augmente avec une augmentation de la longueur de la chaîne alkyle. L'introduction d'une chaîne polaire réduit leur toxicité et augmente leur biodégradabilité. Les cations pyridinium semblent être plus respectueux de l'environnement que les cations imidazolium. L'anion a un effet moins important sur la toxicité, mais les LI composés de l'anion Tf₂N⁻ ont un impact toxicologique important sur l'environnement[18].

III. 4. EXEMPLES D'IONS CONSTITUANT LES LIQUIDES IONIQUES

La synthèse des liquides ioniques montre un essor important ces dernières années. Parmi les cations les plus étudiés, on peut citer les ammoniums quaternaires et des composés aromatiques polycycliques tels que les noyaux imidazolium et pyrrolidinium, tandis que les cations alkylpyridinium, alkylphosphonium ou alkylsulfonium sont moins fréquemment rencontrés (Figure I-8).

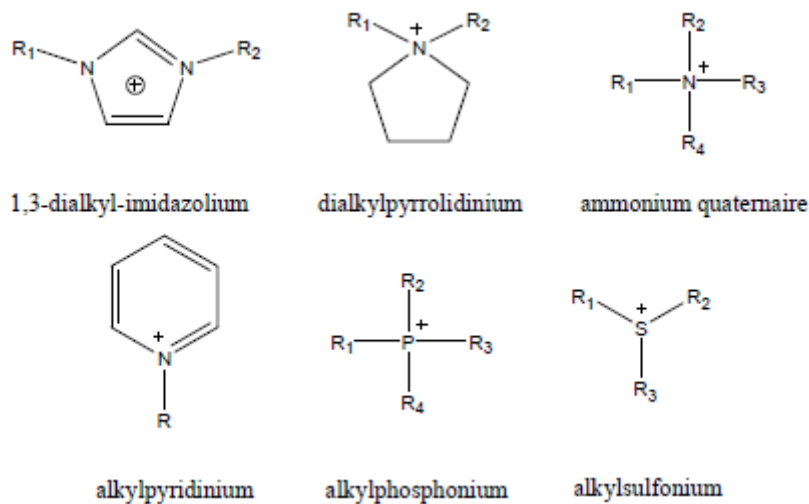


Figure I-9: Exemples d'ions formant les liquides ioniques, où R_i correspond à une chaîne alkyle.

Pour les anions, le choix est beaucoup plus grand, les plus fréquemment employés sont les halogénures (Cl^- , Br^- , NO_3^- , PF_6^- , BF_4^-), les dérivés alkylsulfates, le nitrate, le icyanamide, le thiocyanate, le trifluorométhanesulfonate, le tosylate, l'hexafluorophosphate, le tétrafluoroborate ou encore le bis(trifluorométhylsulfonyl)imide.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés aux liquides ioniques ammoniums et précisément l'aliquat336 commercial et l'aliquat-SCN synthétisé au laboratoire.

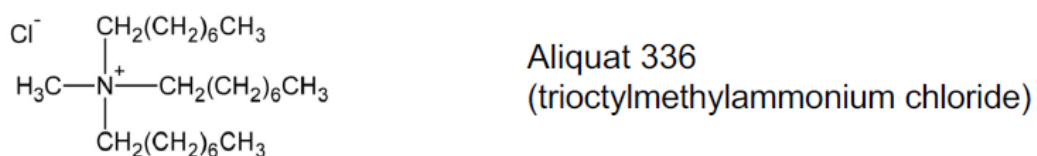


Figure I-10 : Structure chimique de l'Aliquat336.

III. 5. Applications dans le domaine des procédés de séparation :

Les liquides ioniques (Ils) jouent un rôle de plus en plus important dans la science de séparation et de purification comme solvants alternatifs. Dans ce compte, l'application de Ils dans tous les domaines de séparation, y compris l'extraction liquide-liquide, la distillation extractive, ...etc [19]

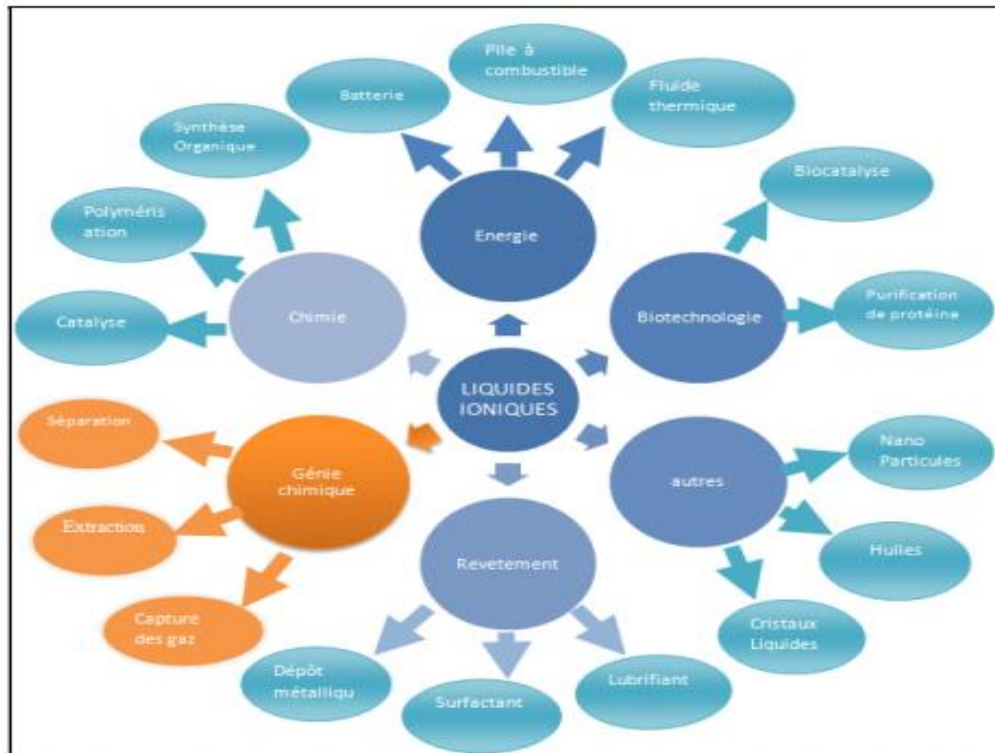


Figure I-11 : diverses applications des liquides ioniques [20].

Chapitre IV : LES COLORANTS

IV. 1. Définitions

Un colorant est une substance naturelle ou synthétique utilisé pour colorer les textiles (les peintures, les vernis les produits alimentaires etc...). Les matières colorantes se caractérisent par leur capacité à absorber les rayonnements lumineux dans le spectre visible [400 à 700 nm].

Les colorants consistent en un assemblage de groupes chromophores (groupes aromatiques conjugués (liaison π), comportant des liaisons non liantes (électron n) ou des complexes de métaux de transition), auxochromes et de structures aromatiques conjuguées (cycles benzéniques, anthracène, perylène, etc.). Lorsque le nombre de noyau aromatique augmente, la conjugaison des doubles liaisons s'accroît et le système conjugué s'élargit. L'énergie des liaisons π diminue tandis que l'activité des électrons π ou n augmente et produit un déplacement vers les grandes longueurs d'onde. De même, lorsqu'un groupe auxochrome donneur d'électrons (amino, hydroxy, alkoxy,...) est placé sur un système aromatique conjugué, ce groupe se joint à la conjugaison du système p, la molécule absorbe dans les grandes longueurs d'onde et donne des couleurs plus foncées [21].

Les chromophores et auxochromes habituels sont résumés dans le tableau I-1 [22]

Tableau I-1: Principaux groupes chromophores et auxochromes, classés par intensité croissante.

Groupes chromophores	Groupes auxochromes
Azo (-N=N-)	Amino(NH ₂)
Nitroso (-NO ou -N-OH)	Méthylamino (-NHCH ₃)
Carbonyl (=C=O)	Diméthylamino (-N(CH ₃) ₂)
Vinyl (-C=C-)	Hydroxyl (-HO)
Nitro (-NO ₂ ou =NO-OH)	Alkoxyl (-OR)
Sulfure (>C=S)	Groupes donneurs d'électrons

IV. 2. Classification chimique des colorants

Les colorants sont considérés comme les plus importants des contaminants, qui menacent l'environnement et la vie humaine dû à leur présence dans les textiles et par conséquent dans les rejets des eaux usées industrielles[23].

Les principes de classification les plus couramment rencontrés dans les industries textiles sont basés sur les structures chimiques des colorants synthétiques et sur les méthodes d'application aux différents substrats (textiles, papier, cuir, matières plastiques, etc.)[24].

La tendance dominante dans la recherche sur les colorants depuis de nombreuses années a été améliorée. La rentabilité et l'amélioration de l'excellence technique. Le classement des colorants est fait selon la structure chimique qui est basé sur la nature des groupes chromophore [tableau I-1].

IV. 2 .1 Les colorants azoïque :

Les colorants "azoïques" sont caractérisés par le groupe fonctionnel azo (-N=N-) unissant deux groupements alkyles ou aryles identiques ou non (azoïque symétrique et dissymétrique). Ces structures qui reposent généralement sur le squelette de l'azobenzène, sont des systèmes aromatiques ou pseudo aromatiques liés par un groupe chromophore azo [25].

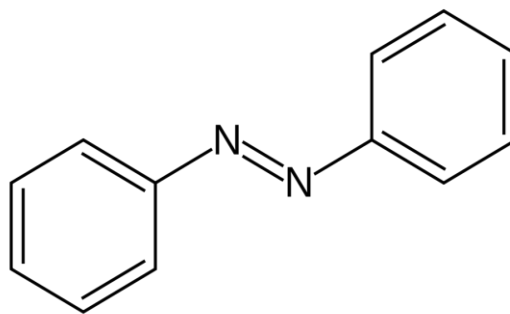


Figure I-12 : colorant azoïque

IV. 2. .2 Les colorants anthraquinonique

Les colorants anathraquinonique sont les plus importants après les colorants azoïque. La formule générale de se colorants dérivée de l'antracène montre que le chromophore et en noyau quinonique un lequel peuvent s'attacher des groupe hydroxyles ou amine [25]

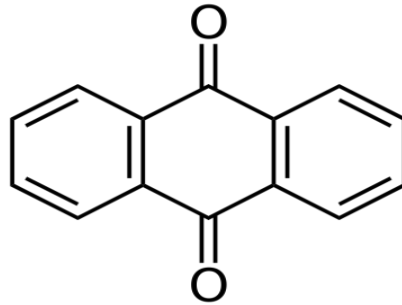


Figure I-13 : colorant anthraquinonique

IV. 2. 3 Les colorants indigoides

Les colorants indigoïdes sont moins utilisés dans la vie quotidienne. Ils sont utilisés surtout comme colorants textiles, comme additifs en produits pharmaceutiques en confiserie, ainsi que dans les diagnostics de la médecine.

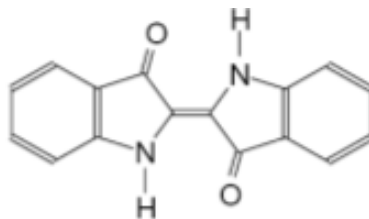


Figure I-14 : colorants indigoides

IV. 2. 4 Les colorants xanthènes

Ces colorants sont des composés constituant les dérivés de la fluorescéine[24] ; sont utilisés comme des teintures et aussi sont utilisés comme des colorants alimentaires, cosmétiques et pour l'impression.

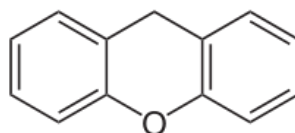


Figure I-15 : colorants xanthènes

IV. 2. 5 Les phtalocyanines

Sont des colorants qui ont une structure complexe basée sur l'atome central de cuivre et pour obtenir ses colorants il faut faire une réaction du dicyanobenzène en présence d'un halogénure métallique (cu, pt, co, ni...)[26].

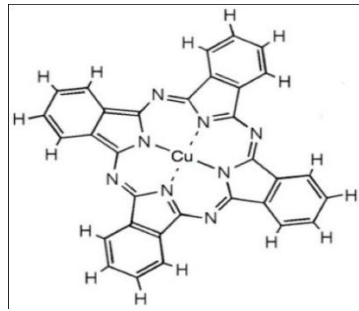


Figure I-16 : colorants phtalocyanines

IV. 3. Les colorants et leurs impacts environnement

Beaucoup de colorants sont visibles dans l'eau même à de très faibles concentrations ($<1 \text{ mgL}^{-1}$). Ainsi, ils contribuent aux problèmes de pollution liés à la génération d'une quantité considérable d'eau usée contenant des colorants résiduels[27]. Le rejet de ces eaux résiduelles dans l'écosystème est une source dramatique de pollution, d'eutrophisation et de perturbation non esthétique dans la vie aquatique et par conséquent présente un danger potentiel de bioaccumulation qui peut affecter l'homme par transport à travers la chaîne alimentaire[25].

IV. 4. Toxicité des colorants

Par définition, la toxicité est la mesure de la capacité d'une substance à provoquer des effets néfastes sur toute forme de vie, telle qu'un être humain, une bactérie ou une plante ou une sous structure de cet organisme tel que le foie. Le sujet d'une étude toxicologique se fait sur une substance ou sur les conditions externes et leurs effets nuisibles sur les organismes vivants, tissus, cellules ou organes. Selon la dose on distingue trois formes de toxicité

- La toxicité aigue
- La toxicité sub-aigue
- La toxicité à long terme

L'indicateur quantitatif le plus utilisé de la toxicité est la dose létale 50 (DL50). Il s'agit de la masse de substance nécessaire pour tuer 50 % d'organismes dans un lot. Elle s'exprime en milligrammes de matière active par kilogramme de biomasse. Le tableau I-2 présente, les différentes classes de la toxicité en fonction de la doselétale[28].

Tableau I- 2 : Les Principales classes de toxicité, Échelle de Gosseli

Dose orale probablement mortelle	Classe de toxicité
Moins de 5 mg/kg	Super toxique
De 5 à 50 mg/kg	Extrêmement toxique
De 50 à 500 mg/kg	Très toxique
De 500 à 5000 mg/kg	Légèrement toxique
De 5 000 à 15 000 mg/kg	Modérément toxique
Plus de 15 000 mg/kg	Très peu toxique

IV. 5 Législation sur l'environnement

Vu la toxicité et le grand danger que présente l'industrie textile et l'application des colorants dans notre vie journalière sur l'environnement et notre santé, l'Algérie est comme tous les pays qui respect l'environnement a mis une réglementation détaillée N°06-141 sur les rejets des effluents textiles[29]

IV. 6. Colorant utilisé

Il faut noter que notre étude est portée sur un colorant azoïque anionique « l'orange de Têlon » qui a comme formule chimique : $C_{16}H_{11}N_2NaO_4S$

**Figure I-17** : Structure chimique de l'orange de Têlon

Chapitre V : SPECTROMETRIE D'ADSORPTION D'ULTRAVIOLET ET DE VISIBLE

Introduction

L'absorption du rayonnement lumineux par la matière dans la gamme spectrale ultraviolet, c'est-à-dire entre 180 et 1100 nm, a été suffisamment étudiée d'un point de vue théorique. Cette partie du spectre est désignée par "UV / Visible" car il introduit des rayonnements visibles par l'œil nu. Généralement, il fournit peu d'informations structurales, mais il a, en revanche, de nombreuses applications en analyse quantitative[30].

Les calculs de concentration de **la loi de Beer et Lambert** ont donné naissance à la méthode connue sous le nom terme général de **colorimétrie**. Cette méthode consiste à un travail de laboratoire d'analyse. Cette démarche concerne non seulement les composés qui possèdent un spectre d'absorption dans le visible mais aussi à tous ceux qui conduisent au moyen d'un réactif spécifique à un dérivé pour la mesure de l'absorbance.

Les mesures d'absorption peuvent être fait avec une variété de dispositifs de comparateurs de couleur et d'autres colorimètres visuels simples, avec des spectrophotomètres automatiques adaptés pour analyse multi composant. En outre, la chromatographie liquide et l'électrophorèse capillaire favorise le développement de détecteurs UV / visibles avancés, à l'origine un mode très commun d'obtention de chromatogrammes, accompagné de possibilités d'identification et de quantification des composés

Cette gamme spectrale est divisée en trois différentes plages de longueurs d'onde UV proche (185-400 nm), visible (400-700 nm) et très proche infrarouge (700-1100 nm). Les spectromètres ont une fourchette variant de 185 à 900 nm. La limite inférieure des appareils dépend à la fois de la nature des matériaux optiques utilisés et la présence ou l'absence du chemin optique de l'air ambiant, sachant que le dioxygène et la vapeur d'eau absorbent intensivement en dessous de 190 nm. Certains instruments fonctionnent sous vide et peuvent atteindre 150 nm avec des échantillons prélevés à l'état gazeux; c'est le domaine du vide ultraviolet. L'absorption de la lumière provient de l'interaction des photons de la source lumineuse avec les ions ou les molécules de l'échantillon quand une molécule isolée absorbe un photon de UV / Visible[30].

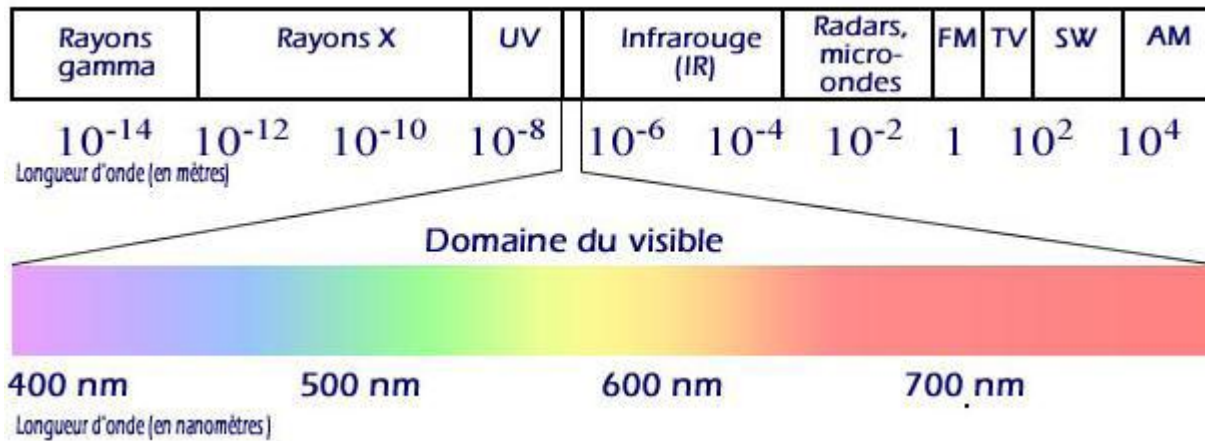


Figure I-18: Le spectre électromagnétique

III.1. La loi de Beer Lambert

Soit une lumière monochromatique traversant une solution absorbante de concentration C contenue dans une cuve d'épaisseur l.

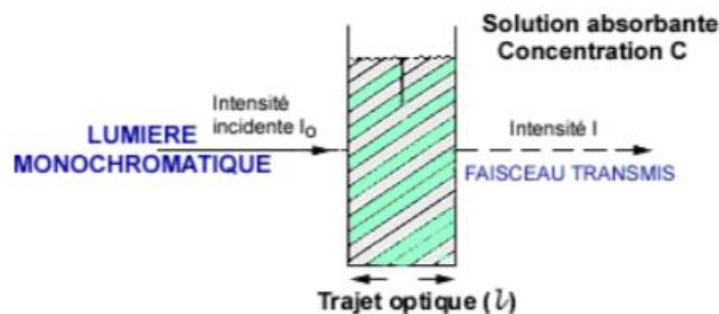


Figure I-19 : trajet de lumière

Une partie de ce rayonnement sera absorbée par l'échantillon et une partie sera transmise. Bouguer, Lambert et Beer ont étudié les relations qui existent entre I_0 et I : l'intensité d'une lumière monochromatique traversant un milieu où elle est absorbée décroît de façon exponentielle[31] :

$$I = I_0 e^{-klC}$$

- * I_0 est l'intensité de la lumière incidente
- * I est l'intensité après passage à travers la cuve contenant la solution (intensité transmise)
- * l est la distance traversée par la lumière (épaisseur de la cuve) (en cm)

* C est la concentration des espèces absorbantes

* k est une constante caractéristique de l'échantillon.

Cette équation peut se réécrire $\log(I_0/I) = k l C / 2.3 = \epsilon l C$.

* $\log(I_0/I)$ est appelé **absorbance (A)**

* $I/I_0 = T$ est la **transmission**

* % T est la **transmittance**

* ϵ est le **coefficient d'extinction molaire** ; c'est une caractéristique de la substance étudiée à une longueur d'onde donnée. Si C est la molarité, ϵ est en $L.mol^{-1}.cm^{-1}$.

On obtient alors la relation connue sous le nom de **loi de Beer-Lambert** :

$$A = -\log T = \epsilon l C$$

III.2 .Procédure d'analyse

Si un faisceau lumineux monochromatique traverse une solution homogène d'une substance de concentration C contenue dans un réservoir latéral parallèle à une longueur l (chemin optique), on observe que la fraction de lumière absorbée est fonction de la concentration et de l'épaisseur du milieu.

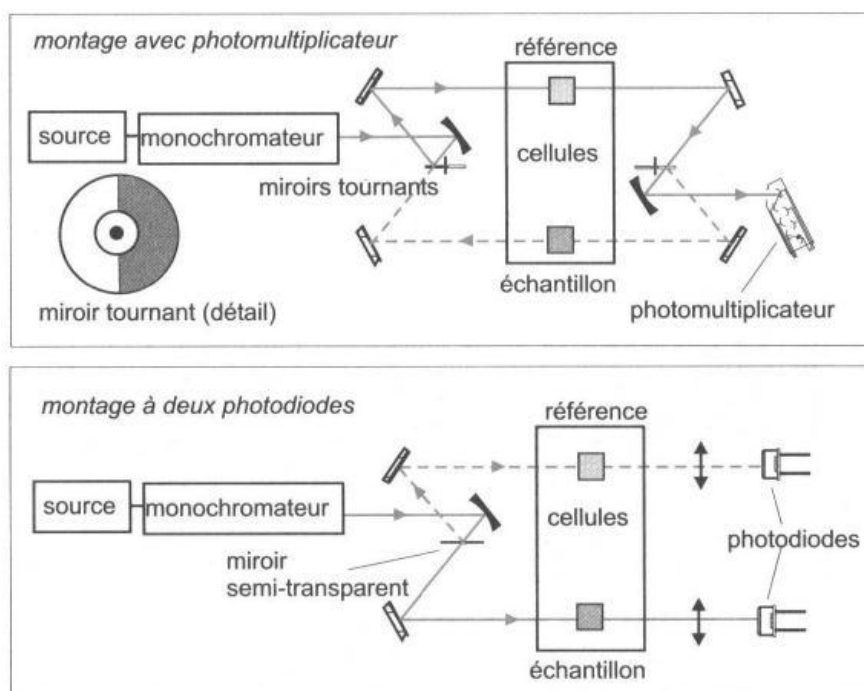


Figure I-20: Représentations schématiques de spectrophotomètres

Partiell: Etude expérimentale

I.INTRODUCTION :

Cette partie est consacrée à la description de l'ensemble des expériences effectuées ainsi que les méthodes d'analyse utilisées, on s'intéresse à l'extraction de Têlon-orange par la technique d'extraction par point trouble en utilisant le Tween40 comme tensioactif non ionique.

Ce travail comporte trois volets :

1/- L'étude de l'évolution du point de trouble : plusieurs expériences ont été réalisées afin de cerner les différents paramètres régissant la température de trouble de notre système, il s'agit donc d'étudier les effets des facteurs suivants :

- ✓ Tensioactif : Tween 40
- ✓ Sels : (Na_2SO_4 ; NaCl ; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
- ✓ Alcanes (Heptane ; Hexane)
- ✓ Alcools (Méthanol ; Butanol)

2/- L'étude de l'extraction du colorant « orange de Têlon » par les deux liquides ioniques l'Aliquat336 [Cl] commercial et l'Aliquat336 [SCN] synthétisé au laboratoire :

Plusieurs expériences d'extraction ont été réalisées afin de cerner les différents paramètres régissant ce processus d'extraction. il s'agit donc d'étudier les effets des facteurs suivants :

- ✓ Concentration du colorant : Têlon orange
- ✓ Concentration du Liquide ionique : l'Aliquat336 [Cl] et l'Aliquat336 [SCN].
- ✓ Sels (Na_2SO_4 ; NaCl ; KSCN)
- ✓ pH

3/- Une Modélisation de l'extraction de Têlon-orange par point trouble : L'optimisation des paramètres de l'extraction du colorant avec l'application de la méthodologie des plans d'expériences

II. PRODUITS CHIMIQUE UTILISES :

Les produits et solvants utilisés dans les différentes étapes de cette étude sont récapitulés dans le tableau II.1.

Tableau II.1 : Produits chimiques utilisés.

Réactifs	Formule chimique	Fournisseur
Tween 40	$C_{62}H_{123}O_{26}$	Fluka
Sulfate de sodium	Na_2SO_4	Sigma-Aldrich
Chlorure de sodium	$NaCl$	Carlo-Erba
Thiosulfate de sodium	$Na_2S_2O_3$	Sigma-Aldrich
Thiocyanate de potassium	$KSCN$	Panreac
Hexane	C_6H_{14}	Biochem Chemopharma
Heptane	C_7H_{16}	Sigma-Aldrich
Méthanol	CH_3OH	Biochem
Butanol	$C_4H_{10}O$	Biochem
Aliquat	$C_{25}H_{54}ClN$	Aldrich

Remarque : Le colorant textile utilisé dans notre travail a été fournis par le complexe de Textile (SOITEX) de Tlemcen :- **Orange Télon** : Le Sel Monosodique Hydroxy-6 (Phenylazo)-5 Naphtalene Sulfonique acide

III. APPAREILS UTILISES :

Les appareils utilisés dans ce travail sont :

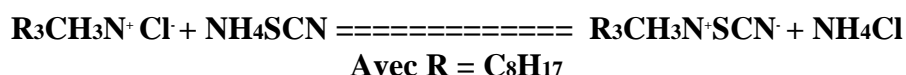
- ✚ Spectrophotomètre UV-Visible de marque SPECORD 210 PLUS,
- ✚ Bain thermo-circulateur type LabTech Daihan Co, LTD.
- ✚ Balance analytique électronique (OHAUS).
- ✚ Agitateur vortex IKA.
- ✚ PH-mètre (Adwa AD1030)
- ✚ Plaque chauffante et agitatrice (VELP SCIENTIFICA)
- ✚ Rotavapor (Buch IR-200)
- ✚ Micropipettes Accumax de 100 et 1000 μ l
- ✚ Verreries ordinaires (Bécher, erlenmayers , tube gradués , fiol jaugées)

IV. SYNTHÈSE ET CARACTÉRISATION DE L'ALIQUAT 336[SCN] :

IV. 1. Synthèse de liquide ionique l'Aliquat336 [SCN]

Afin de synthétiser le liquide ionique l'Aliquat336-SCN à partir de l'Aliquat 336 commercial (Tricaprylmethylammonium chloride ou Trioctylmethylammonium chloride), on a suivi le protocole expérimental détaillé ci-dessous [32]:

La réaction de synthèse s'effectue par l'addition de NH_4SCN dissout dans l'éthanol sur le sel d'ammonium quaternaire (Aliquat336), selon la réaction suivante :



On a pesé une masse $m = 1.520 \text{ g}$ (20 mmol) de NH_4SCN , nous l'avons solubilisé dans un volume d'éthanol. Une masse $m = 8.083 \text{ g}$ de l'aliquat336 (20 mmol) est diluée dans l'éthanol. Dans un erlenmeyer rodé de 200 ml, on a introduit la solution de l'aliquat336 puis on a ajouté goutte à goutte la solution de NH_4SCN , et on a lancé l'agitation, le mélange est porté à reflux pendant 24 heures. Au cours du reflux on a remarqué le changement de couleur (comme le montre la figure suivante :

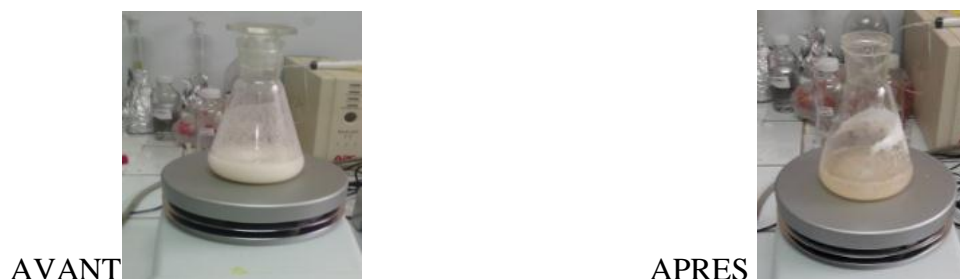


Figure II. 1 : Changement de couleur de notre liquide ionique l'Aliquat336[SCN].

Après écoulement du temps, on a filtré le mélange puis on a évaporé le solvant par l'évaporateur rotatif, après on a lavé le mélange réactionnels par 10 ml d'acétone suivi par l'évaporation. Notre produit de synthèse est un liquide visqueux de couleur jaune marron.

IV. 2. Caractérisation de liquide ionique l'Aliquat336 [SCN]

L'identification et la caractérisation de notre liquide ionique est procédée par :

- comparaison des trois spectres d'infrarouge de l'Aliquat 336, NH_4SCN et le liquide ionique synthétisé,
- Des tests de solubilité avec différents solvants.
- Détermination de la masse volumique,

V. PREPARATION DES SOLUTIONS

Pour la préparation de notre solution mère du colorant orange de télon (concentration 500 ppm) nous avons procédé comme suit : dans une fiole jaugée de 200 ml contenant une petite quantité d'eau distillée, on dissout 0.1 g de colorant Téton-orange. puis, on complète le volume jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

VI. Optimisation des paramètres de température de point trouble :

VI. 1. Effet de Tween 40 :

Dans des tubes à essai gradué, on a introduit dans chacun notre tensioactif le tween 40 à des taux massiques variés de 1 à 10%. On a complété le volume total (10 ml) avec l'eau distillé.

- ❖ Calcule de différentes quantités du Tween 40

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ g de Tween 40} \longrightarrow 100 \text{ g de solution} \\ m \text{ de Tween 40} \longrightarrow 10 \text{ g de solution} \end{array} \right\} \longrightarrow m_{\text{Tween 40}} = 0.1 \text{ g}$$

En suivant le même calcul que précédemment, les masses de Tween 40 à peser sont mentionnées dans le tableau II.2.

Tableau II.2 : Masses de Tween 40 à peser

Tween 40 (%)	1	2	4	6	8	10
Tween 40 (g)	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1

VI. 2. Effets des sels :

Dans des tubes à essai gradués, on introduit dans chacun 1% de Tween 40 et des taux massiques variés de 1 à 10% de sel. On complète le volume total (10ml) avec l'eau distillé.

- Calcule de différentes quantités du sel :

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ g de Na}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 100 \text{ g de solution} \\ m \text{ de Na}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 10 \text{ g de solution} \end{array} \right\} \longrightarrow m_{\text{sel}} = 0.1 \text{ g}$$

En suivant le même calcul que précédemment, les masses de sel utilisé à peser sont mentionnées dans le tableau II.3 :

Tableau II.3 : Masses de sel à peser :

Sel (%)	1	2	4	6	8	10
Sel (g)	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1

Sel : Na_2SO_4 , NaCl , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

VI. 3. Effets des alcanes :

Dans des tubes à essai gradués, on introduit dans chacun 1% de Tween 40 (% m/m) et des taux volumiques variés de 1 à 10% d'alcanes. On complète le volume total (10ml) avec l'eau distillé. En suivant le même calcul que précédemment, on détermine les volumes d'alcanes nécessaires pour notre étude.

VI. 4. Effets des alcools :

Dans des tubes à essai gradués, on introduit dans chacun 1% de Tween 40 (% m/m) et à des taux volumiques variés de 1 à 10% d'alcool. On complète le volume total (10ml) avec l'eau distillé. En suivant le même calcul que précédemment, on détermine les volumes d'alcools nécessaires pour notre étude.

VII. EXTRACTION DE TELON ORANGE PAR POINT TROUBLE

VII. 1. Procédure générale d'extraction de Télon-orange par point de trouble :

Dans un tube à essai gradué de 20 ml, on introduit le Tween 40, le liquide ionique LI_M en proportions bien déterminées, ensuite, on ajoute la solution de colorant, on ajuste le volume total à 15 ml. On laisse reposer le mélange pendant une demi-heure, puis on fait une centrifugation pendant 10 minutes pour séparer les deux phases.

Après écoulement du temps, une nette séparation de phase apparaît. On sépare la phase diluée et on dose, par la spectrophotomètre UV-Visible.

La figure II.2 décrit les différentes étapes suivies lors de l'extraction de Télon-orange par point de trouble.

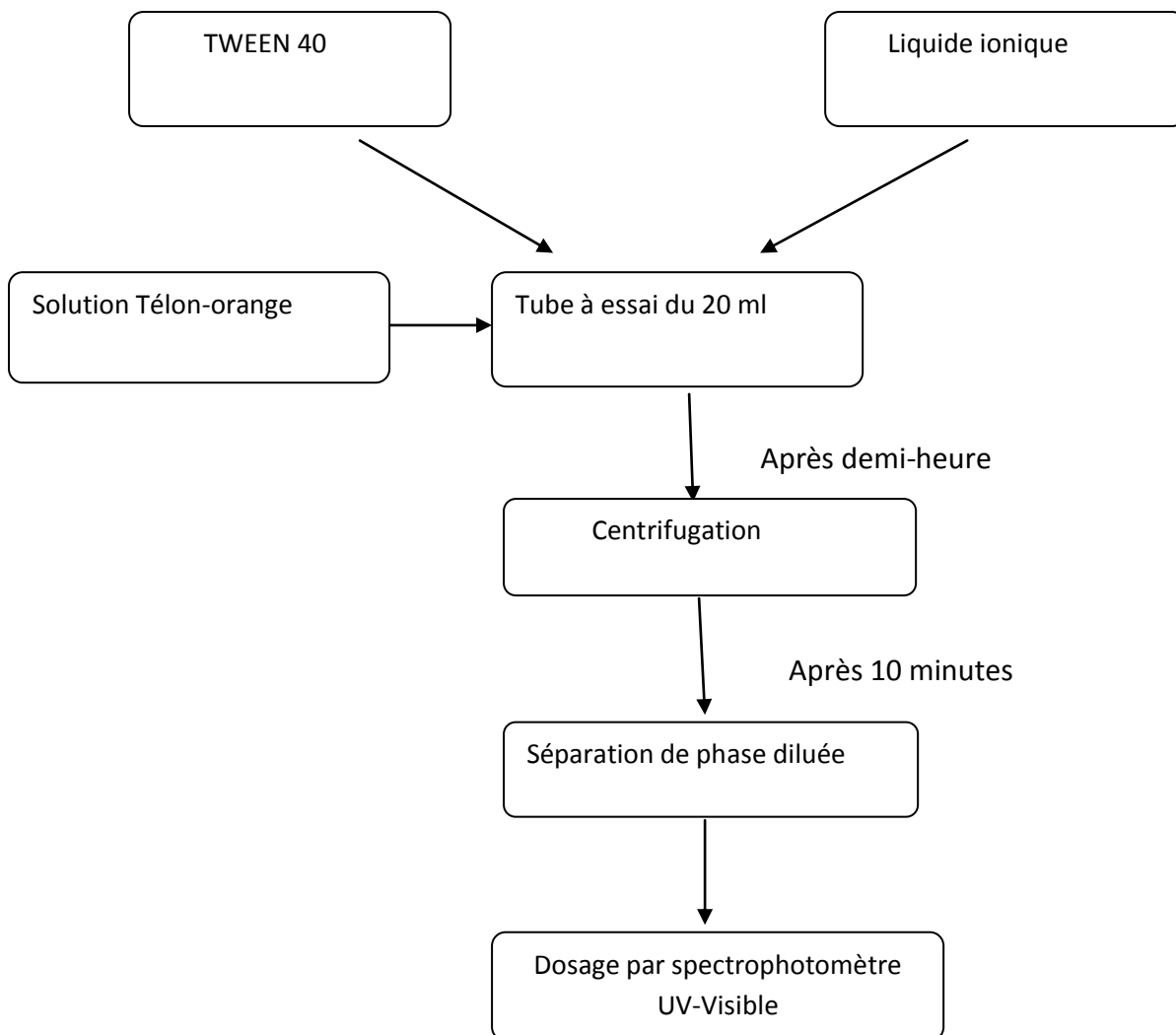


Figure II.2 : Schéma explicatif de la procédure générale d'extraction de Télon-orange par point de trouble

VII. 2. Optimisation des paramètres d'extraction de Télon-orange par point de trouble :

VII. 2. 1. Effet de la concentration de Télon-orange :

Dans des tubes à essais gradués de 20 ml, on introduit dans chacun notre tensioactif le Tween40 1% et l'extractant l'aliquat336 ([Cl] ou [SCN]). On ajoute notre solution de Télon-orange à des concentrations variant de 10 à 100 ppm. On laisse les solutions au repos pendant 30min à température ambiante; puis on fait une centrifugation pendant 10 minutes pour la séparation des deux phases. Après écoulement du temps, on dose la phase diluée par spectrophotomètre UV-Visible.

VII. 2. 2. Effet de la concentration du liquide ionique :

Dans des tubes à essais gradués de 20 ml, on introduit dans chacun 1% de Tween 40, et l'aliquat 336 ([Cl] ou [SCN]) à des taux massiques variés de 1 à 5%. On complète avec la solution de Télon–orange pour un volume total (15ml). On laisse les solutions au repos durant une demi-heure à température ambiante ; puis on fait une centrifugation pendant 10 minutes pour la séparation des deux phases.

Après séparation, on dose la phase diluée par spectrophotomètre UV-Visible.

- Calcul de différente quantité de LI :

$$\begin{array}{l} 1 \text{ g de LI} \\ m \text{ de LI} \end{array} \quad \begin{array}{l} \longrightarrow 100 \text{ g de solution} \\ \longrightarrow 15 \text{ g de solution} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1 \text{ g de LI} \\ m \text{ de LI} \end{array}} \right\} \longrightarrow M_{\text{LI}} = 0.15\text{g}$$

En suivant le même calcul que précédemment, les masses de LI à peser sont mentionnées dans le tableau II.4.

Tableau II. 4 : calcul de la masse du liquide ionique à peser

LI (%)	1	2	3	4	5
LI (g)	0.15	0.3	0.45	0.6	0.75

VII. 2. 3. Effets des sels :

Dans des tubes à essais gradués de 20 ml, on introduit dans chacun 1% de Tween 40, et 1% de liquide ionique et à des taux massiques variés de 0.1 à 1%. On complète avec notre solution Télon–orange pour un volume total de 15ml. On laisse les solutions au repos durant pendant 30 minutes à température ambiante suivi d'une centrifugation de 10 minutes. Après séparation des phases, on dose la phase diluée par spectrophotomètre UV-Visible.

Différents sels ont été utilisés comme le sulfate de sodium (Na_2SO_4), chlorure de sodium (NaCl) et thiocyanate de potassium (KSCN).

VII. 2. 4. Effet de pH :

Dans des tubes à essais gradués de 20 ml, on introduit dans chacun 1% de Tween 40, 1% de liquide ionique à des taux massique et on complète avec notre solution de Télon–orange. On fait varier le pH de la solution de 2 à 9. On laisse les solutions au repos pendant 30 minutes à température ambiante suivi d'une centrifugation de 10 minutes. Après séparation des phases, on dose la phase diluée par spectrophotomètre UV-Visible.

VII. 3. Modélisation de l'extraction de Télon-orange par point trouble :

La modélisation de l'extraction de Télon-orange est réalisée au moyen d'un plan d'expériences qui permet, d'une part, un maximum d'informations sur les interactions et les effets des différents facteurs sur l'extraction. Et d'autre part, un minimum d'expériences à effectuer en gardant la meilleure précision possible sur les réponses calculées par le modèle[2].

Ainsi, le plan d'expériences choisi est un plan simple et utile. Il constitue la base de tous les débuts d'étude. C'est un plan factoriel complet à deux niveaux et à quatre facteurs, de type 2^4 . Ce qui limite le nombre des essais à 16 expériences.

VII. 3. 1. Facteurs et domaine d'étude

La préparation de l'expérimentation consiste d'abord à rechercher tous les facteurs pouvant influencer sur le processus étudié, puis les domaines d'étude de chacun de ces facteurs. Cette étape est réalisée à l'aide des travaux préliminaires portant sur le point de trouble. De ce fait, les paramètres qui semblent être dominants sont:

- ✓ pH
- ✓ Le taux massique de Tween 40
- ✓ Le taux massique de sulfate de sodium(Na_2SO_4)
- ✓ Concentration de Télon-orange

En outre, chacun d'entre eux est étudié dans un domaine identique d'influence comme il est indiqué dans le tableau suivant (tableau II. 5. De plus, il est indispensable de noter que toutes les expériences de ce plan factoriel (2^4) sont effectuées à température ambiante.

Le tableau II. 5 représente les hauts et les bas niveaux considérés au cours de cette étude.

Tableau II.5 : domaine expérimental de chaque facteur

Facteurs	Bas niveau	Haut niveau
Ph	2	9
Tween40(%)	1	10
Na_2SO_4 (%)	1	10
[Télon-orange] ppm	10	100

Partie III :

Résultats et discussions

I. GENERALITES :

L'extraction au point de trouble est une technique d'extraction moderne qui est basée sur l'utilisation de surfactants non ionique, comme une alternative de l'extraction liquide classique. Dans cette partie, nous allons faire une présentation des différents résultats significatifs dégagés de notre étude expérimentale. Cette étude regroupe les résultats des expériences d'extraction de Télon-orange par point trouble en utilisant le Polyoxyethylenesorbitan monopalmitate « Tween40 » comme tensioactif nonionique. L'extractant utilisé c'est un liquide ionique d'ammonium l'Aliquat336 [Cl] commercial et l'Aliquat336 [SCN] synthétisé au laboratoire :

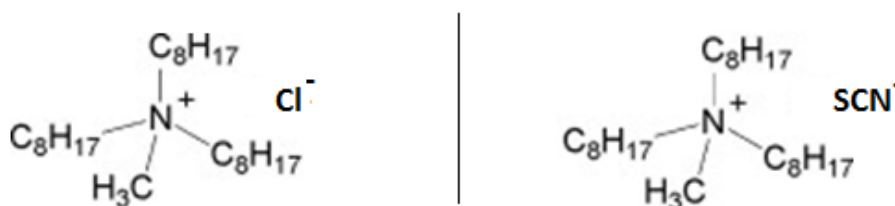


Figure III-1: Structure chimique de l'Aliquat336 [Cl] et l'Aliquat336 [SCN].

A fin d'optimiser les conditions d'extraction de Télon orange, l'effet de plusieurs facteurs expérimentaux a été étudié :

- ✓ Concentration initiale en colorant « Télon-orange »,
- ✓ Taux massique de liquide ionique « Aliquat336 [Cl], Aliquat336 [SCN] »,
- ✓ Taux massique de tensioactif « Tween40 »,
- ✓ La force ionique de la phase aqueuse,
- ✓ pH de la phase aqueuse.

La modélisation de l'extraction de Télon-orange est réalisée en lissant nos résultats à l'aide d'un plan factoriel 2⁴ avec comme variables : le pH, le taux massique de Tween 40 (T%), le taux massique de sulfate de sodium (Na₂SO₄) (S) et la concentration de Télon-orange (C).

Il faut noter que l'utilisation de ce modèle permet d'avoir, d'une part, un maximum d'informations sur les interactions et les conséquences des différents facteurs sur l'extraction de polluant choisi.

II. LA COURBE D'ETALONNAGE DU TELON-ORANGE :

Différentes concentrations de Télon-orange connues avec précision ont été utilisées pour tracer la courbe d'étalonnage correspondante. Les résultats obtenus sont explicités dans le tableau III-1 et représentés sur la figure III-1.

Tableau III-1: Evolution de l'absorbance des solutions de Télon-orange en fonction de leurs Concentrations.

[Télon-orange] ppm	2	5	10	20	40
Absorbance	0.018	0.0611	0.1192	0.2561	0.4736

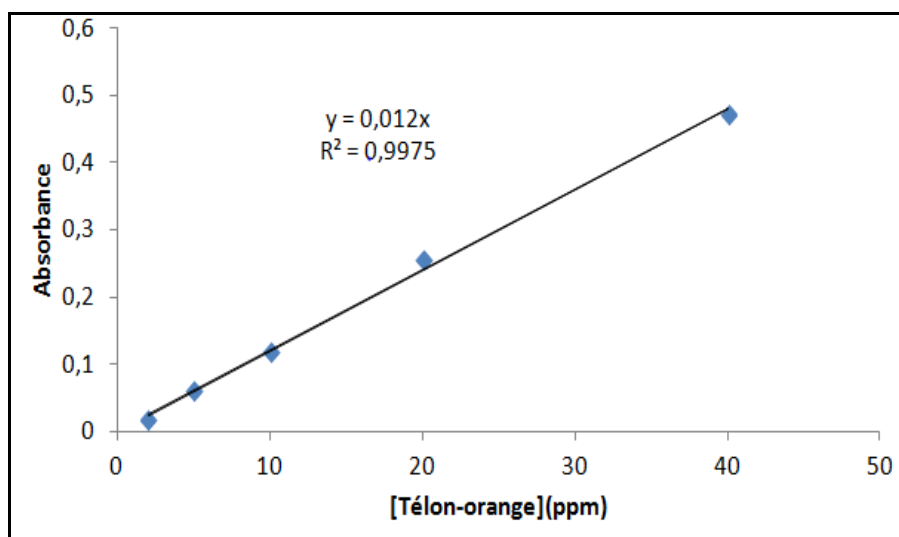


Figure III-2: Courbe d'étalonnage des solutions de Télon-orange en fonction de leurs concentrations établies par spectrophotomètre UV-Visible

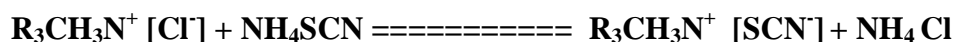
La courbe de la figure III-2 est linéaire dans l'intervalle de concentration choisi. La relation mathématique qui régit cette droite est de la forme :

$$\text{Absorbance} = 0.0117 * [\text{Télon-orange}] \dots\dots(1)$$

Elle est obtenue avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0.997$.

III. SYNTHÈSE DE L'ALIQUAT336[SCN] :

La réaction de synthèse s'effectue par l'addition de NH_4SCN dissout dans l'éthanol sur le sel d'ammonium quaternaire (Aliquat336), selon le schéma réactionnel suivant :



Avec $\text{R} = \text{C}_8\text{H}_{17}$

❖ Analyse par spectroscopie IRTF :

La comparaison des trois spectres IRTF de l'Aliquat336 commercial, Thiocyanate d'ammonium seul, et le liquide ionique synthétisé montre les différences et les similitudes suivantes (figure III-3) :

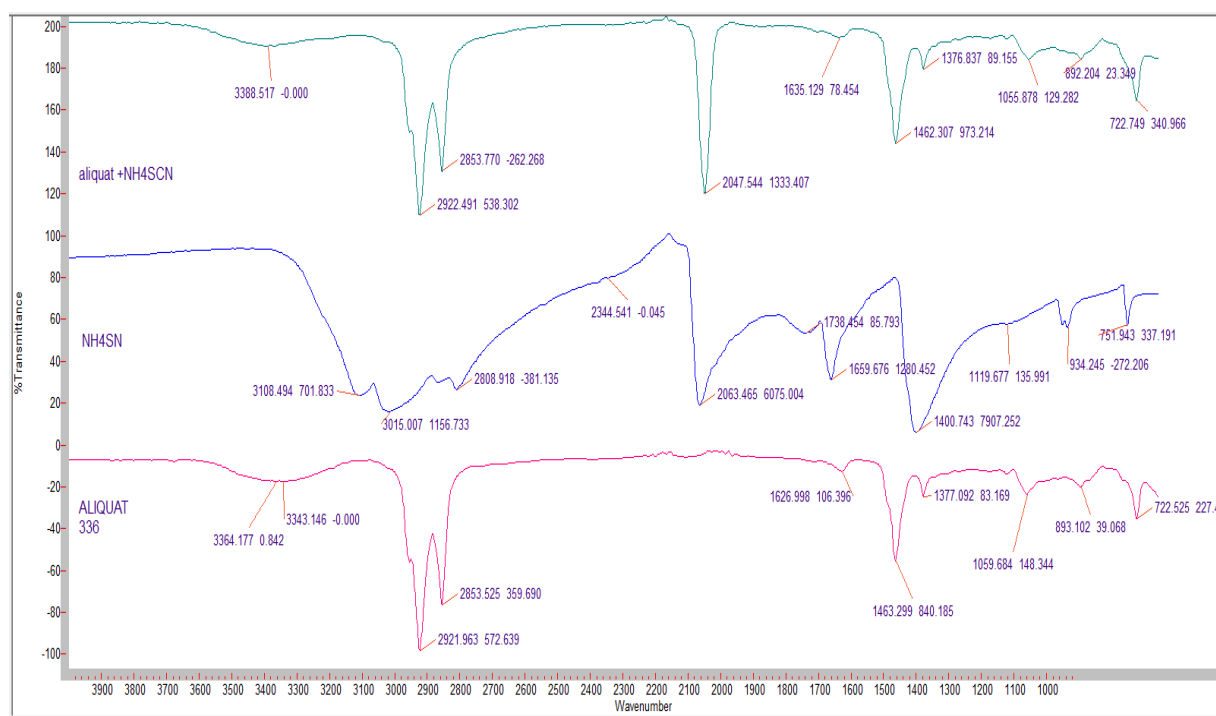


Figure III-3 : Les spectres IRTF de l'Aliquat 336, de Thiocyanate d'ammonium, et du liquide ionique synthétisée.

D'après les résultats de la figure III-2 on remarque la présence de la bande forte caractéristique de la liaison ($\text{C}\equiv\text{N}$) vers 2047 cm^{-1} ce qui prouve de l'existence du groupement SCN dans la structure du liquide ionique synthétisé.

Ensuite, nous avons testé et vérifié la présence des ions chlorures dans notre liquide ionique synthétisé, en utilisant une solution de nitrate d'argent (AgNO_3), le test a confirmé l'absence des ions chlorures. Pour toutes ces remarques on peut conclure que le produit synthétisé convient bien à l'Aliquat 336 [SCN].

❖ **Solubilité dans différents solvants :**

L'étude de la solubilité de notre liquide ionique Aliquat336 [SCN] dans différents solvants est donné dans le tableau suivant :

Tableau III-4: Solubilité des liquides ioniques dans différents solvants

Réactifs	Eau	Ethanol	Chloroforme	Dichlorométhane	Hexane
Aliquat336, [Cl]	Ins	Ins	Sol	Sol	Ins
Aliquat336, [SCN]	Ins	Sol	Sol	Sol	Ins

Sol(soluble) ; ins(insoluble)

❖ **Détermination de la masse volumique :**

Le liquide ionique obtenu (Aliquat 336, [SCN]) est un composé visqueux ; de masse molaire calculée égale à 428.7894 g/mol ; d'une masse volumique égale 0.6380 g/cm³ ; La comparaison de cette valeur avec celle de l'Aliquat 336 commercial (0,884) montre que les deux produits sont différents.

IV. OPTIMISATION DES PARAMETRES DE TEMPERATURE DE POINT TROUBLE (TPT) :

La présence de tensioactif non ionique a pour but de former et piéger le colorant étudié et former des micelles riche en soluté (phase coacervat). Le principe d'extraction se résume par les points suivants :

- _ Le colorant à extraire est solubilisé dans les micelles de tensioactif à une température inférieure au point de trouble,
- _ Une augmentation de la température au-dessus du point de trouble provoque une séparation de phases: le soluté solubilisé dans les micelles, est entraîné avec le tensioactif dans la phase coacervat.

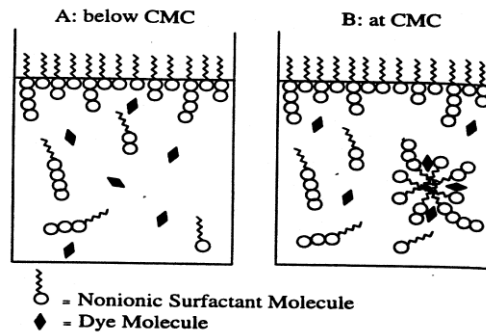


Figure III-4 : Utilisation des tensioactifs non ionique dans l'extraction par CPE.

IV. 1. Effet de Tween 40 :

Le tensioactif joue un rôle très important dans la conception du processus d'extraction par point trouble « could point extraction : CPE). Le surfactant employé dans ce présent travail est le Polyoxyéthylènesorbitan monopalmitate « Tween 40 » qui a comme propriétés physico-chimiques :

<p><i>Structure chimique</i> : $C_{62}H_{123}O_{26}$</p> <p><i>Concentration micellaire critique</i> : $CMC=0.027$.</p> <p><i>Rapport hydrophile-lipophile</i> : $HLB = 15.6$</p> <p><i>Densité</i> : 1.1 g/ml.</p> <p><i>Masse molaire</i> : 1283.6 g/mol.</p>	<p>Sum of $w+x+y+z=20$ $R=C_{15}H_{31}C(O)$</p>
--	---

Ainsi, l'analyse de son effet est primordiale. Nous avons varié le taux massique de 1 à 10 %. Les résultats indiqués sur la figure III-5.

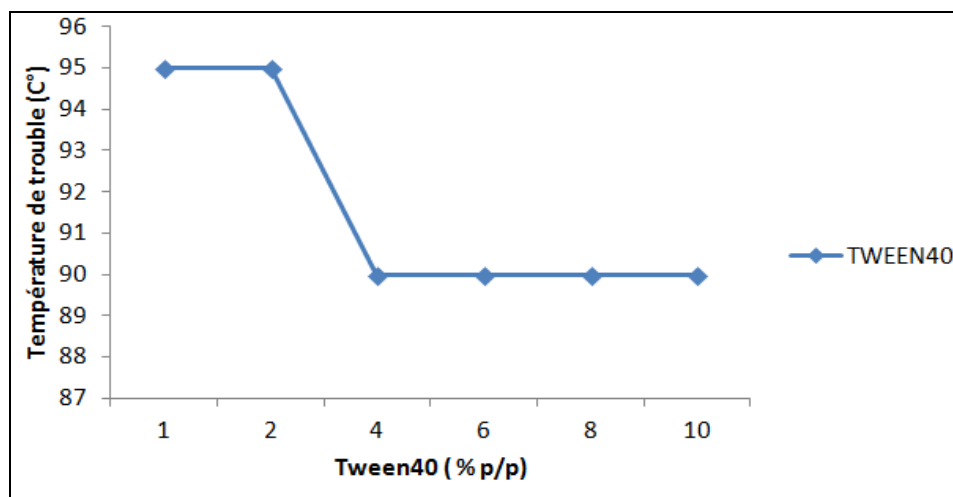


Figure III-5 : Evaluation de la température de trouble (TPT) en fonction du taux massique de Tween40

D'après La figure III-5 ; on remarque qu'il y'a 3 parties :

- ❖ Partie 1 : de 1% à 2% de tween 40 ; la température de trouble (TPT) stable et égale à $T=95^{\circ}\text{C}$
- ❖ Partie 2 : de 2% à 4% de tween 40 ; la TPT diminué de $T=95^{\circ}\text{C}$ à $T=90^{\circ}\text{C}$
- ❖ Partie 3 : de 4% à 10% de tween 40 ; la TPT reste constante à $T=90^{\circ}\text{C}$

On remarque que l'augmentation du taux massique de Tween40 en solution aqueuse ne permet pas une nette diminution de la température de point de trouble de notre système ce qui nous oblige de faire des additifs (sels, alcools, alcanes) avec un taux de Tween fixe de 1% en masse.

IV. 2. Effets des sels :

L'effet des sels ajouté est étudié en fixant le taux massique de Tween40 à 1% ; Et en variant son taux massique de 1 à 10 %. Les résultats sont représentés dans la figure III-6.

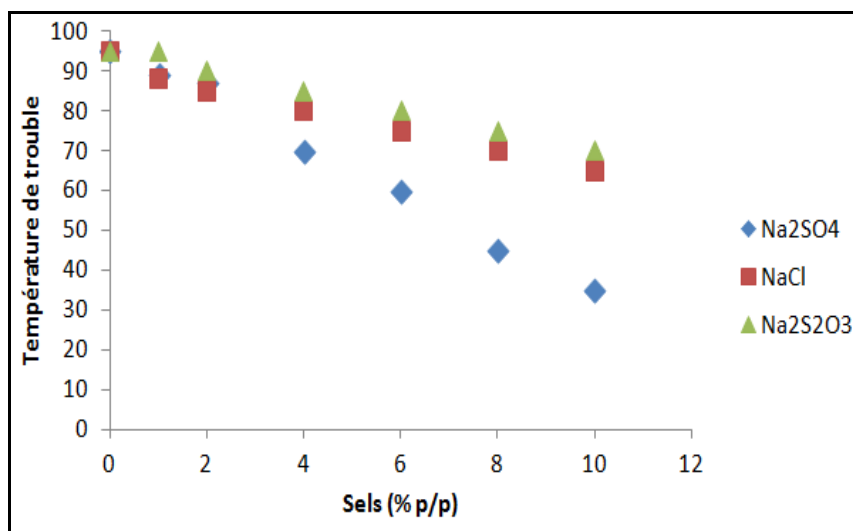


Figure III-6 : Evaluation de température de trouble en fonction de taux massique des sels.

La figure III-6 qui représente l'effet de taux massique des sels sur TPT de Tween40, montre que la TPT diminuée pour les trois sels; d'après la courbe on conclure que les sels influent énormément sur TPT dans l'ordre suivant :



IV. 3. Effets des alcanes :

L'effet des alcanes ajouté est étudié en fixant le taux massique de Tween40 à 1% ; Et en variant son taux volumique de 1 à 10 %. Les résultats sont représentés dans la figure III-7.

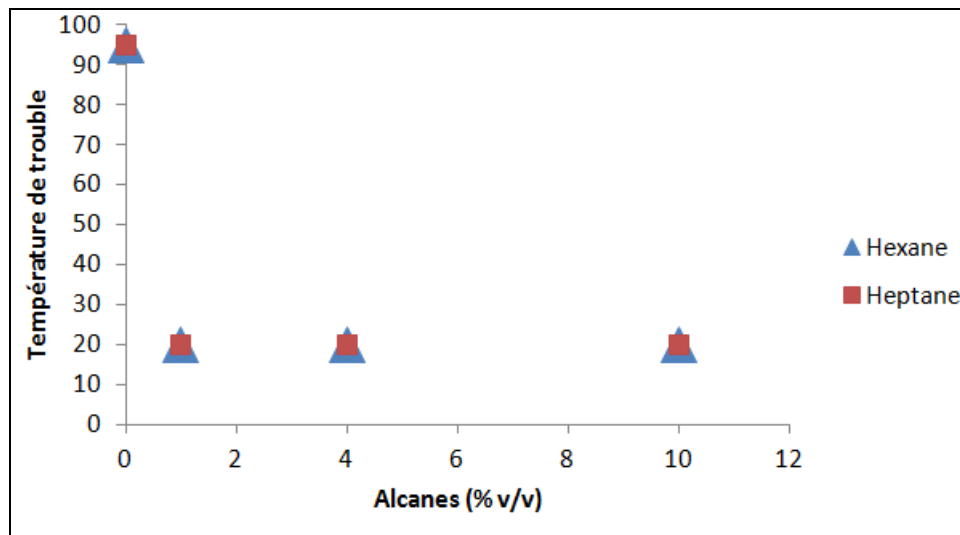


Figure III-7 : Evaluation de température de trouble en fonction de taux volumique des alcanes

Dans La courbe de la figure III-7, on remarque que la température TPT diminuée brusquement de $T = 95^{\circ}\text{C}$ à $T = 20^{\circ}\text{C}$; et devient constante à $T = 20^{\circ}\text{C}$ dans l'intervalle de taux volumique des alcanes (1 à 10%).

IV. 4. Effets des alcools :

L'effet des alcools ajoutés est étudié en fixant le taux massique de Tween40 à 1% ; Et en variant son taux volumique de 1 à 10 %. Les résultats sont représentés dans la figure III-8.

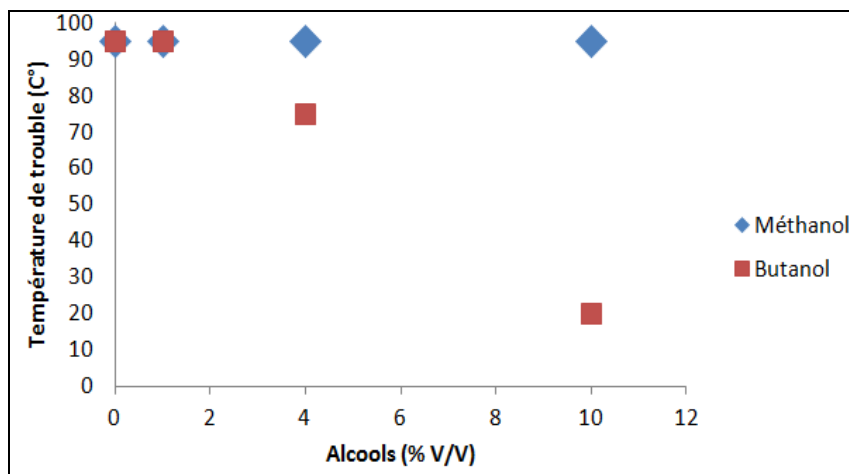


Figure III-8 : Evaluation de température de trouble en fonction de taux volumique des alcools

D'après La figure III-8; on observe que le méthanol à un taux volumique variant entre 0 à 10 %, la température de point de trouble est constante à $T = 95^{\circ}\text{C}$; par contre cette température diminue de $T=95^{\circ}\text{C}$ jusqu'à la température ambiante $T=20^{\circ}\text{C}$ à l'intervalle de taux volumique de butanol (1 à 10%).

Remarque : *il faut préciser que l'ajout de très faible quantité de liquide ionique (soit l'Aliquat336 [Cl] et l'Aliquat336 [SCN]) fait diminuer brusquement la température de trouble à la température ambiante.*

V. EXTRACTION DE TELON ORANGE PAR POINT TROUBLE

V. 1. Procédure générale d'extraction de télon-orange par point de trouble :

L'extraction de télon-orange par point de trouble est un procédé d'extraction liquide-liquide qui consiste à entrainer le colorant présent dans une phase diluée (aqueuse, pauvre en Tween40) dans une autre phase nommée coacervat (riche en Tween40) à l'aide d'un agent extractant (LI) comme il est indiqué sur la figure suivante :

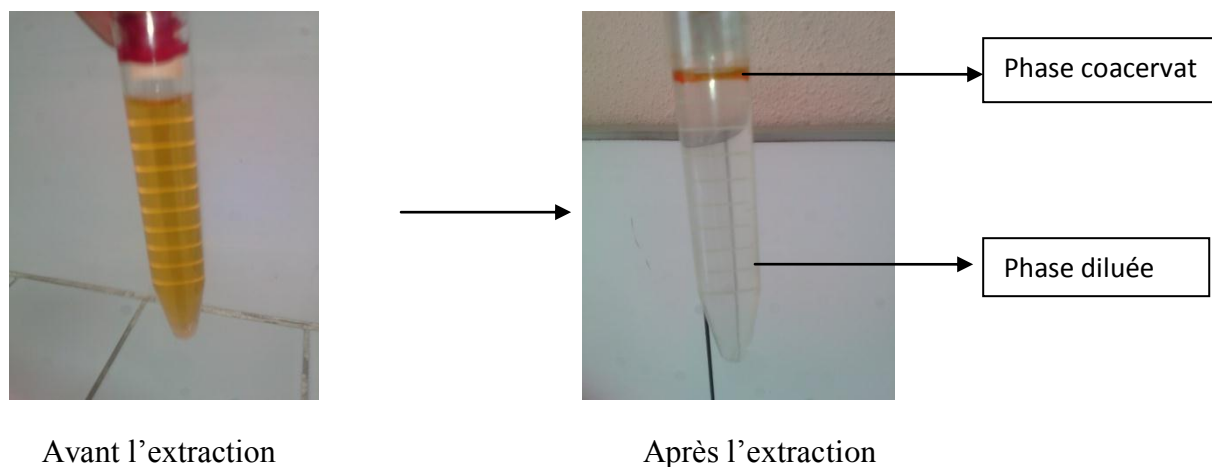


Figure III-9 : Extraction par coacervat (CPT) de Télon-orange

Afin d'optimiser les conditions d'extraction du Télon-orange par Tween40 et le LI, le rendement d'extraction (R) est calculé selon:

$$R(\%) = (C_c/C_i) * 100 = (C_i - C_d)/C_i * 100 \dots\dots\dots (2)$$

Où :

C_i : concentration initiale du colorant dans la phase initial.

C_c : concentration du colorant dans la phase coacervat.

C_d : concentration du colorant dans la phase diluée.

V. 2. Optimisation des paramètres d'extraction de Télon-orange par point de trouble :

V. 2. 1. Effet de la concentration de Télon-orange :

L'influence de la variation de la concentration de notre colorant « télon-orange » sur le rendement d'extraction a été étudiée dans le domaine de 10 à 100 ppm.

Les résultats indiqués sur la figure III-9, révèlent une variation du comportement de l'extraction télon-orange vis-à-vis du Tween40 à 1% pour les deux liquides ioniques Aliquat336 [Cl] et Aliquat336 [SCN].

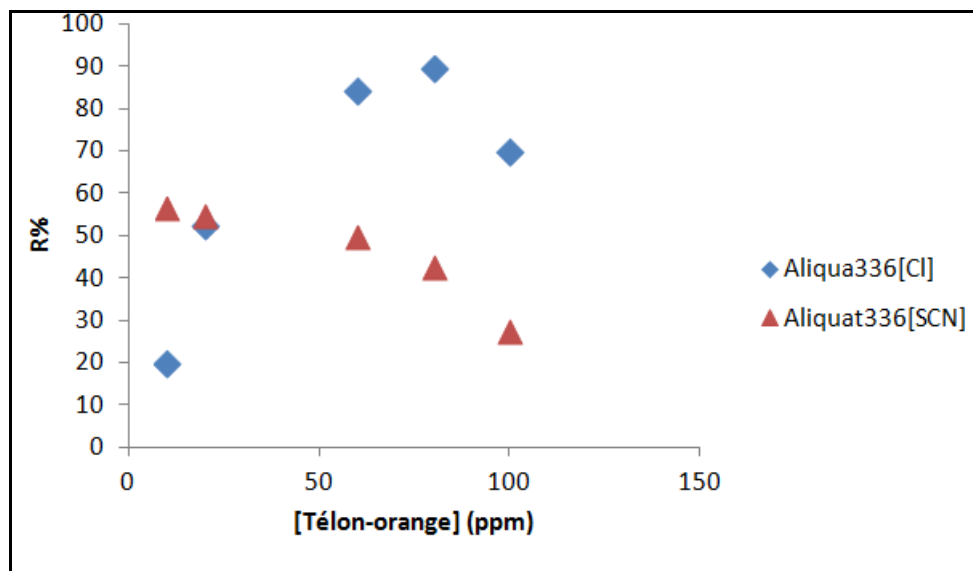


Figure III-10 : Effet de la concentration de télon-orange sur le rendement de l'extraction

D'après la figure III-10, on observe que le rendement de l'extraction de télon-orange avec l'aliquat336 [Cl] augmente de 20 à 89.66 % suivi d'une légère diminution.

Par contre le rendement de l'extraction de télon-orange avec aliquat336 [SCN] diminue avec en fonction de la concentration de 56.55 à 27.56%.

Cette diminution peut être expliquée par l'indisponibilité de quantité suffisante d'extractant (liquide ionique).

V. 2. 2. Effet de liquide ionique :

Le choix de l'extractant et sa concentration est un critère déterminant dans l'extraction. En effet, l'extractant forme des complexes avec le polluant « Télon orange » qui doit être solubles dans la phase organique et insoluble dans la phase aqueuse. Pour cela, nous avons fait varier le taux massique de liquide ionique (LI) de 1 à 5% pour les deux liquides ioniques utilisés Aliquat336 [Cl] et Aliquat [SCN], comme la montre la figure III-11.

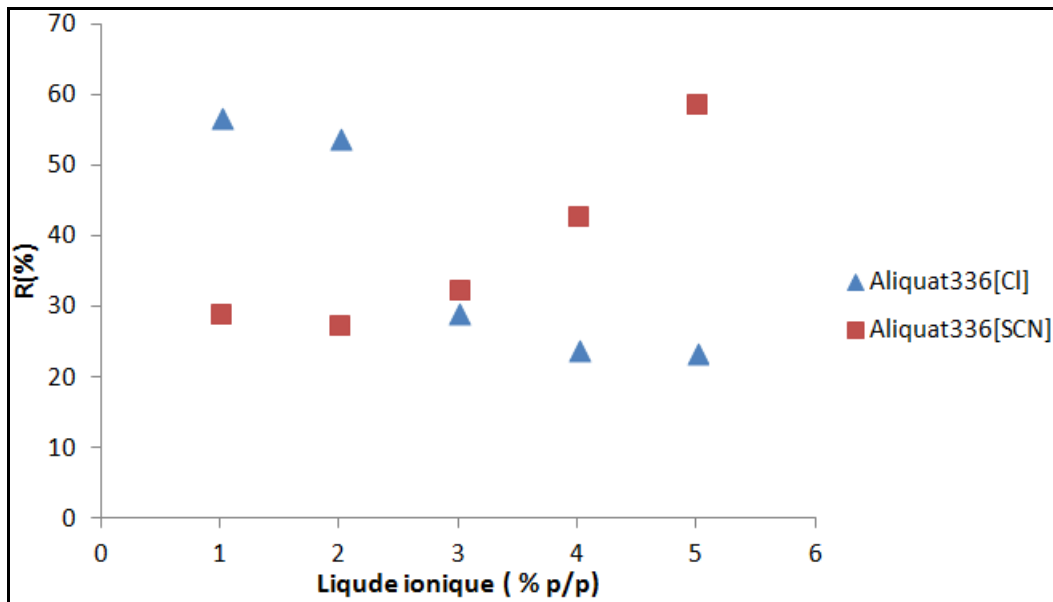


Figure III-11 : Evolution du rendement d'extraction en fonction de taux massique de liquide ionique

D'après la figure III-11 :

- on remarque que le rendement de l'extraction avec l'aliquat336 [Cl] diminué considérablement de 56.92 % à 24.05 %.
- On observe une évolution importante du rendement d'extraction en fonction de la concentration en extractant ; donc plus la concentration en extractant est importante plus l'extraction est meilleure. Le rendement de l'extraction avec l'aliquat336 [SCN] augmente de 29.22 % à 58.82 %.

V. 2. 3. Effets des sels :

L'extraction des polluants à partir d'un effluent réel est souvent influencée par la présence d'élément interférent. La présence de sel dans la phase aqueuse influe sur la force ionique de la solution. Dans le but d'améliorer l'efficacité de l'extraction, nous avons essayé de coupler les tensioactifs non ioniques au sel. Pour cela on a utilisé différents sels comme le sulfate de sodium (Na_2SO_4), chlorure de sodium (NaCl) et thiocyanate de potassium (KSCN).

❖ le sulfate de sodium (Na_2SO_4) :

Dans le but d'évaluer l'influence de l'ajout de sulfate de sodium sur le rendement de l'extraction, nous avons fait varier le taux massique de Na_2SO_4 de 0.1 à 1% vis-à-vis du Tween40 à 1% pour les deux liquides ioniques (Aliquat336 [Cl] et Aliquat336 [SCN]).

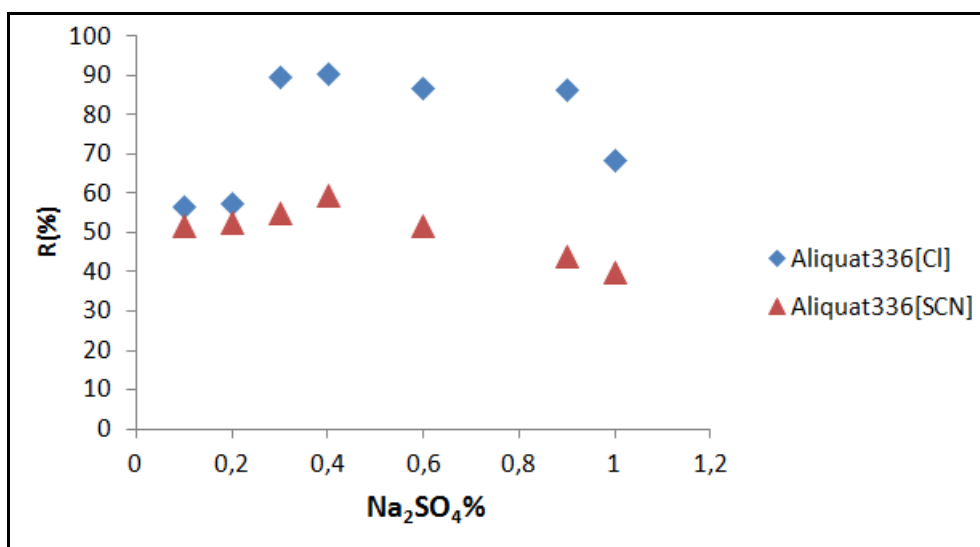


Figure III-12 : Evolution du rendement d'extraction en fonction de taux massique de sulfate de sodium(Na₂SO₄)

La figure III-12 montre que le rendement d'extraction accroît en augmentant le taux massique de Na₂SO₄. Il atteint une valeur maximale de 90,67 % avec l'aliquat336 [Cl] et 59,75% avec l'aliquat336 [SCN] à un taux massique égal à 0,4 %. Au-delà de cette dernière le rendement d'extraction chute légèrement.

❖ **Chlorure de sodium (NaCl) :**

L'étude de l'influence de chlorure de sodium (NaCl) sur le rendement de l'extraction a été réalisé en variant le taux massique de NaCl de 0.1 à 1%. Les résultats obtenus sont représentés dans la figure III-13.

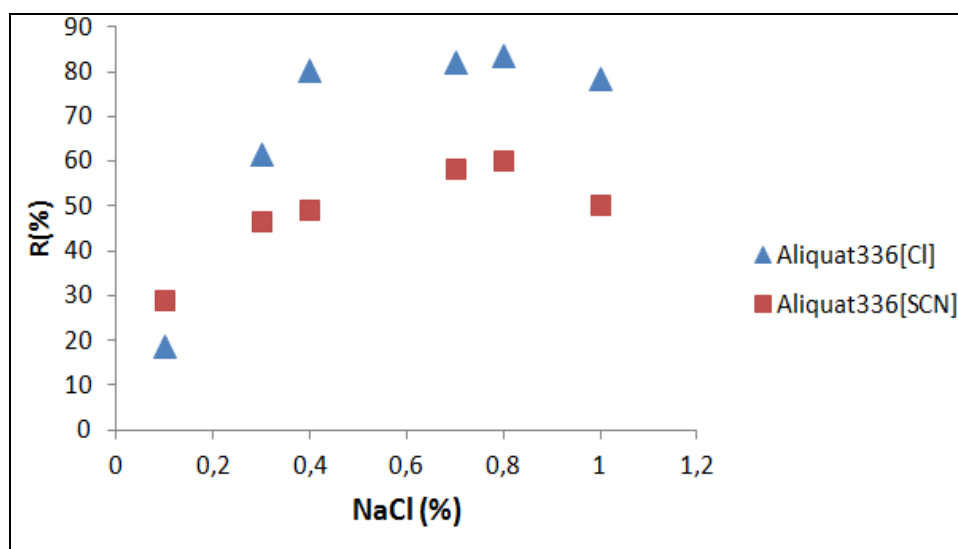


Figure III-13 : Evolution du rendement d'extraction en fonction de taux massique de chlorure de sodium (NaCl)

La figure III-13 montre que le rendement d'extraction augmente en augmentant le taux massique de NaCl. Il atteint une valeur maximale de 83.85% avec l'Aliquat336 [Cl] et 60.4% avec l'Aliquat336 [SCN] à un taux massique égal à 0,8%. Au-delà de cette dernière le rendement d'extraction diminue.

❖ **Thiocyanate de potassium (KSCN) :**

L'étude de l'influence de thiocyanate de potassium (KSCN) sur le rendement de l'extraction a été estimée en variant le taux massique de KSCN de 0.1 à 1%. Les résultats obtenus sont donnés sur la figure III-14.

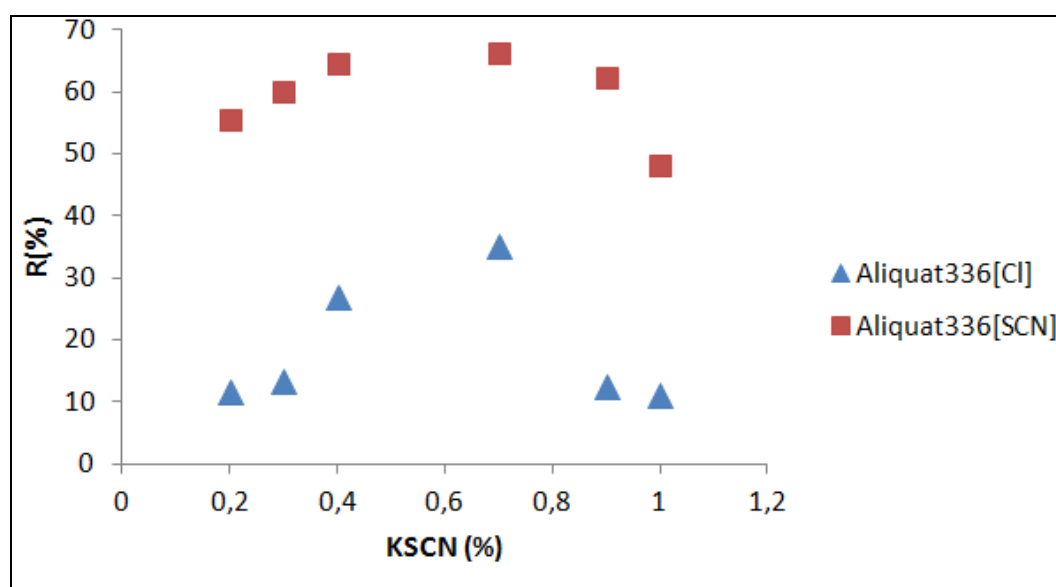


Figure III-14 : Evolution du rendement d'extraction en fonction de taux massique de thiocyanate de potassium (KSCN)

La figure III-14 montre que le rendement d'extraction augmente en augmentant le taux massique de KSCN. Il atteint une valeur maximale de 56.19% avec l'Aliquat336 [Cl] à un taux massique de 0,4% et 66.4% avec l'Aliquat336 [SCN] à un taux massique égal à 0,7%. Au-delà de cette dernière le rendement d'extraction diminue.

Remarque : D'après les figures III-12, III-13 et III-14 on remarque que l'ajout des sels influe considérablement sur le rendement d'extraction pour les deux cas figures de liquides ioniques : Aliquat336 [Cl] et Aliquat336 [SCN].

V. 2. 4. Effet de pH :

L'extraction du colorant « Télon-orange » est réalisée à partir de plusieurs solutions ayant même concentrations 50 ppm mais a des P_{H_i} (initiale) différents par ajout de l'acide chlorhydrique (HCl) et d'hydroxyde de sodium (NaOH).

L'étude de l'effet de pH sur le rendement de l'extraction de Télon-orange par point de trouble est représentée sur la figure III-15.

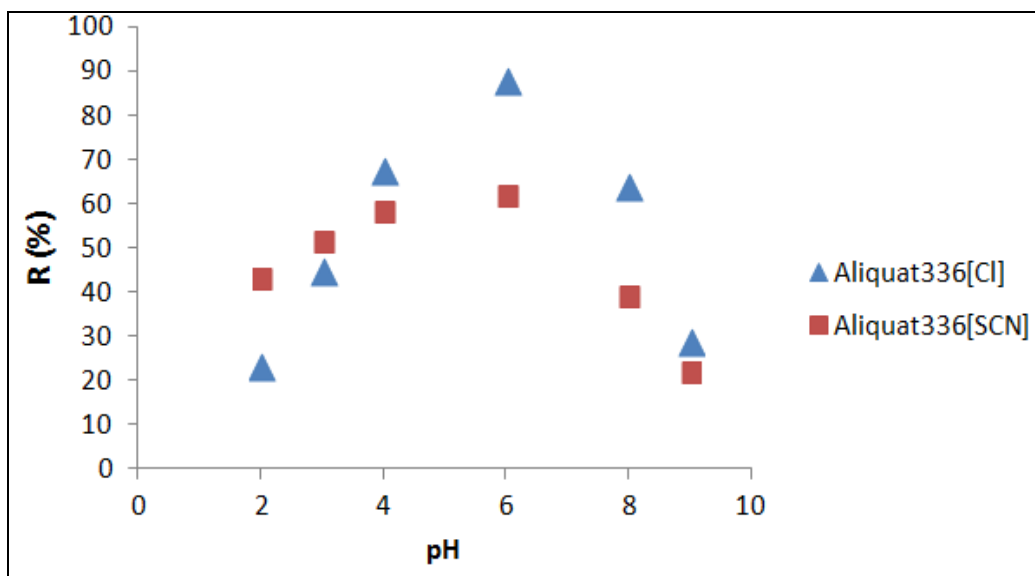


Figure III-15 : Evolution du rendement d'extraction de télon-orange en fonction du pH.

En vertu de cette étude on constate que l'extraction dépend étroitement du PH initial de la phase aqueuse d'après les deux graphes de la figure III-15 on remarque que l'extraction est favorisé par un milieu légèrement acide ou neutre soit $pH = 6$.

D'après la figure III-15, on remarque que le rendement d'extraction augmente dans l'intervalle de pH acide jusqu'à une valeur maximale de 87.97% avec l'aliquat336 [Cl] à $pH = 6$ et 64.22% avec l'aliquat336. Au-delà de cette dernière le rendement d'extraction diminue.

Remarque : Le pH initial de la phase aqueuse joue un rôle très important dans le système d'extraction, il affecte la formation du complexe et l'efficacité de l'extraction.

V. 3. Modélisation de l'extraction de Télon-orange par point trouble :

Les performances de l'extraction ont été déterminées en faisant appel à la méthodologie des plans d'expériences. Pour ce faire, un plan factoriel 2^4 avec comme variables a été réalisé:

- ✓ le pH,
- ✓ le taux massique de Tween 40 (T%),
- ✓ Le taux massique de sulfate de sodium (Na_2SO_4) (S) et
- ✓ la concentration de télon-orange (C),

Les modèles obtenus ont permis de prédire les performances de l'extraction de télon-orange liquide ionique synthétisé l'Aliquat336 [SCN].

Remarque : *par manque de temps nous avons choisi de travailler avec le liquide ionique synthétisé et non pas le liquide ionique commercial Aliquat336 [C].*

La relation qui lie ces quatre paramètres ($Y = f(\text{pH}, T, S, C)$) forme le modèle qui nous permettra de simuler ce processus d'extraction. Pour plus de commodité, il est préférable que cette équation, dite de régression, soit adimensionnelle.

Pour cela, il sera nécessaire de remplacer chaque variable pH, T, S, C en variables réduites (X_1, X_2, X_3 ou X_4) en utilisant les relations de conversions suivantes:

$$X_1 = \frac{\text{pH} - (\text{pH}_{\max} + \text{pH}_{\min}) / 2}{(\text{pH}_{\max} - \text{pH}_{\min}) / 2}; \quad X_2 = \frac{T - (T_{\max} + T_{\min}) / 2}{(T_{\max} - T_{\min}) / 2};$$

$$X_3 = \frac{S - (S_{\max} + S_{\min}) / 2}{(S_{\max} - S_{\min}) / 2}; \quad X_4 = \frac{C - (C_{\max} + C_{\min}) / 2}{(C_{\max} - C_{\min}) / 2};$$

Où X_{\max} et X_{\min} sont les valeurs extrêmes entre lesquelles chaque paramètre doit varier (-1 et +1). Le tableau III-3 représente les rendements en fonction des variables X_1, X_2, X_3 et X_4 pour les 16 expériences.

Tableau III-3 : Rendements en fonction des variables X1, X2, X3 et X4 pour les 16 expériences

N°	pH	T(%)	S(%)	C (ppm)	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y(%)
1	2	1	1	10	-1	-1	-1	-1	40,95
2	9	1	1	10	+1	-1	-1	-1	45,30
3	2	10	1	10	-1	+1	-1	-1	61,70
4	9	10	1	10	+1	+1	-1	-1	65,50
5	2	1	10	10	-1	-1	+1	-1	76,62
6	9	1	10	10	+1	-1	+1	-1	87,87
7	2	10	10	10	-1	+1	+1	-1	59,98
8	9	10	10	10	+1	+1	+1	-1	95,34
9	2	1	1	100	-1	-1	-1	+1	40,02
10	9	1	1	100	+1	-1	-1	+1	36,18
11	2	10	1	100	-1	+1	-1	+1	61,55
12	9	10	1	100	+1	+1	-1	+1	71,05
13	2	1	10	100	-1	-1	+1	+1	69,95
14	9	1	10	100	+1	-1	+1	+1	84,76
15	2	10	10	100	-1	+1	+1	+1	90,70
16	9	10	10	100	+1	+1	+1	+1	91,87

Y : rendement de l'extraction R (pour l'aliquat336 [SCN])

Les indications préliminaires prouvent que les rendements d'extraction du Télon orange changent de manière significative selon les paramètres d'expérience, aboutissant des valeurs de 36.18 à 95.34 %.

Le modèle mathématique postulé est le suivant :

$$R(\%) = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_{12}X_1X_2 + a_{13}X_1X_3 + a_{14}X_1X_4 + a_{23}X_2X_3 + a_{24}X_2X_4 + a_{34}X_3X_4 + a_{123}X_1X_2X_3 + a_{124}X_1X_2X_4 + a_{134}X_1X_3X_4 + a_{234}X_2X_3X_4 + a_{1234}X_1X_2X_3X_4$$

Avec:

Y : réponse mesurée,

X_i : niveau du facteur attribué au facteur i ,

X_{ij} : niveau de l'interaction entre les facteurs i et j ,

X_{ijk} : niveau de l'interaction entre les facteurs i , j et k ,

X_{ijkl} : niveau de l'interaction entre les facteurs i , j , k et l ,

a_0 : moyenne des réponses mesurées,

a_i : effet principal du facteur i ,

a_{ij} : effet l'interaction entre les facteurs i et j .

L'estimation des effets principaux (a_i) et des interactions (a_{ij} , a_{ijk} , a_{ijkl}) ont été calculés et représentés dans la figure III-16.

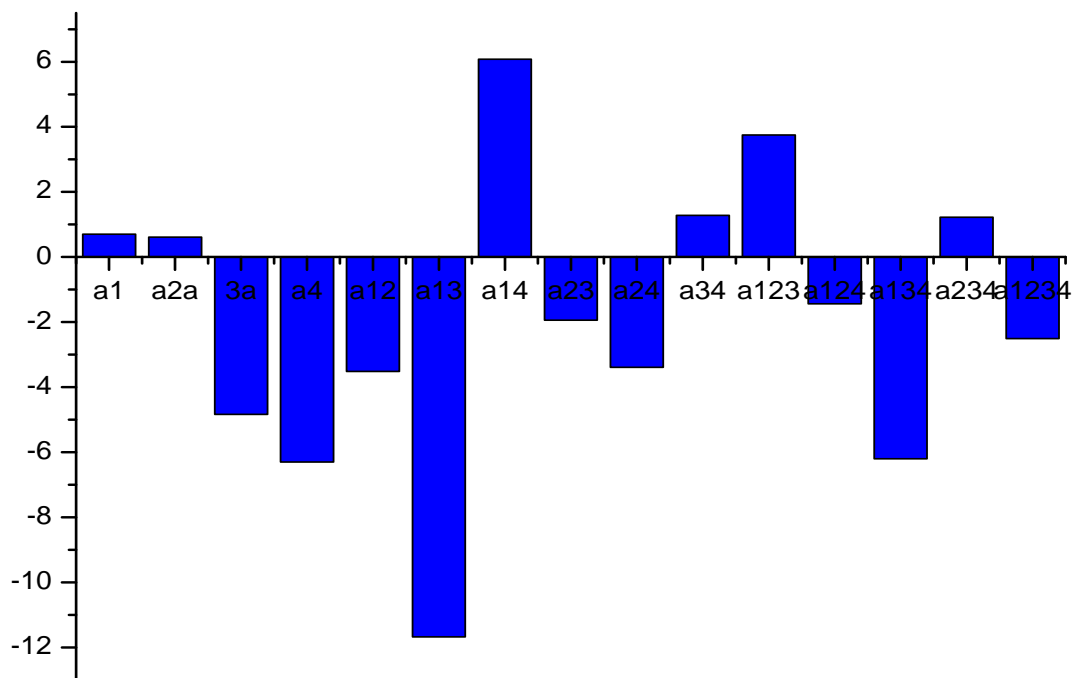


Figure III-16 : Présentation graphique des coefficients d'extraction par CPE de télon-orange par l'Aliquat336 [SCN].

Alors, l'équation du modèle devient :

$$R(\%) = 63.435 + 0.70X_1 + 0.61X_2 - 4.84X_3 - 6.30X_4 - 3.52X_1X_2 - 11.68X_1X_3 + 6.08X_1X_4 - 1.94X_2X_3 - 3.39X_2X_4 + 1.28X_3X_4 + 3.75X_1X_2X_3 - 1.44X_1X_3X_4 - 6.20X_1X_2X_4 + 1.22X_2X_3X_4 - 2.51X_1X_2X_3X_4$$

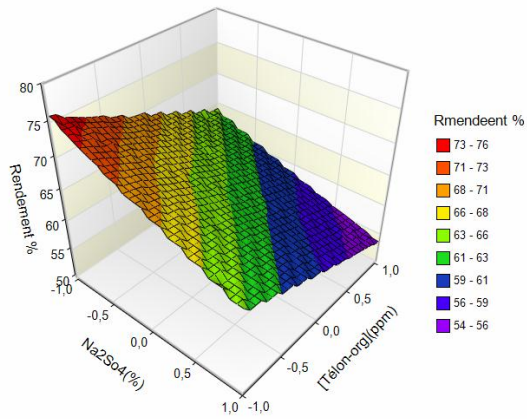
$$\Delta_{ai} = \pm 0.38$$

Aucun coefficient inférieur à Δ_{ai} , alors l'équation reste la même.

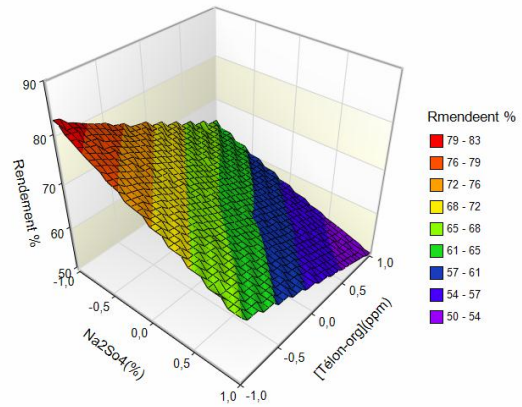
Tableau III-4 : Analyse de la variance

Caractéristiques	Symbole/équation	Valeurs
Nombre de paramètres	P	4
Numéro de niveau	L	2
Nombre d'essais expérimentaux	N	16
Nombre de tests au point (0,0,0)	n	3
Le rendement moyen à (0,0,0)	$Y_0 = \Sigma Y_{0i}/3$	66.68
Modèle de variance	v	2
Variance aléatoire	$S^2 = \Sigma(Y_{0i} - Y_0)^2 / v$	32.30
La racine carrée de la variance	S	5.68
Facteur de risque	α	0,05 (95%)
Erreur moyenne sur la valeur du coefficient	$\Delta_{ai} = \pm t_{v, \alpha/2} S / N^{0.5}$	0.38
Réponse du modèle au (0,0,0)	a_0	63.435
Rendement moyen des 19 expériences	Y_m	55.38

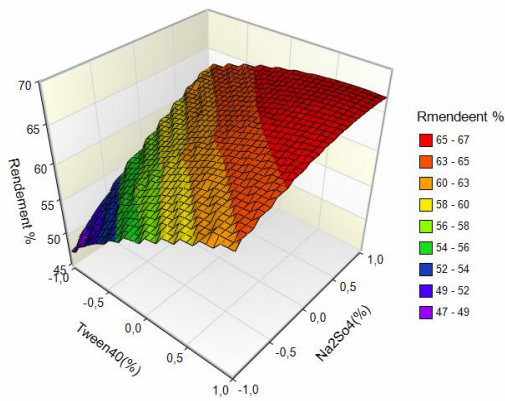
Afin de distinguer l'effet combiné marquant des facteurs (**pH**, **Tween40 %**, **Na₂SO₄ %** et **Cppm**) sur l'extraction, nous avons tracés par les modèles quadratiques, des représentations à trois dimensions du rendement d'extraction pour différentes combinaisons des facteurs influents. Les réponses des surfaces sont présentées sur la figure III-17 :



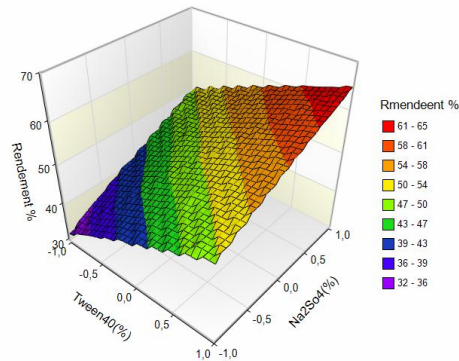
$X_1=0 ; X_2=0$



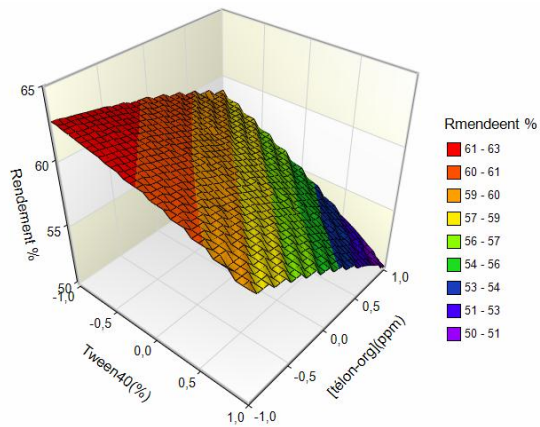
$X_1=0 ; X_2=1$



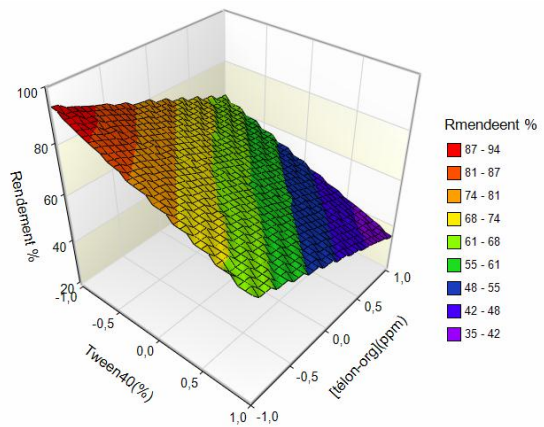
$X_1=-1 ; X_4=0$



$X_1=-1 ; X_4=1$



$X_1=0 ; X_3=1$



$X_1=1 ; X_3=1$

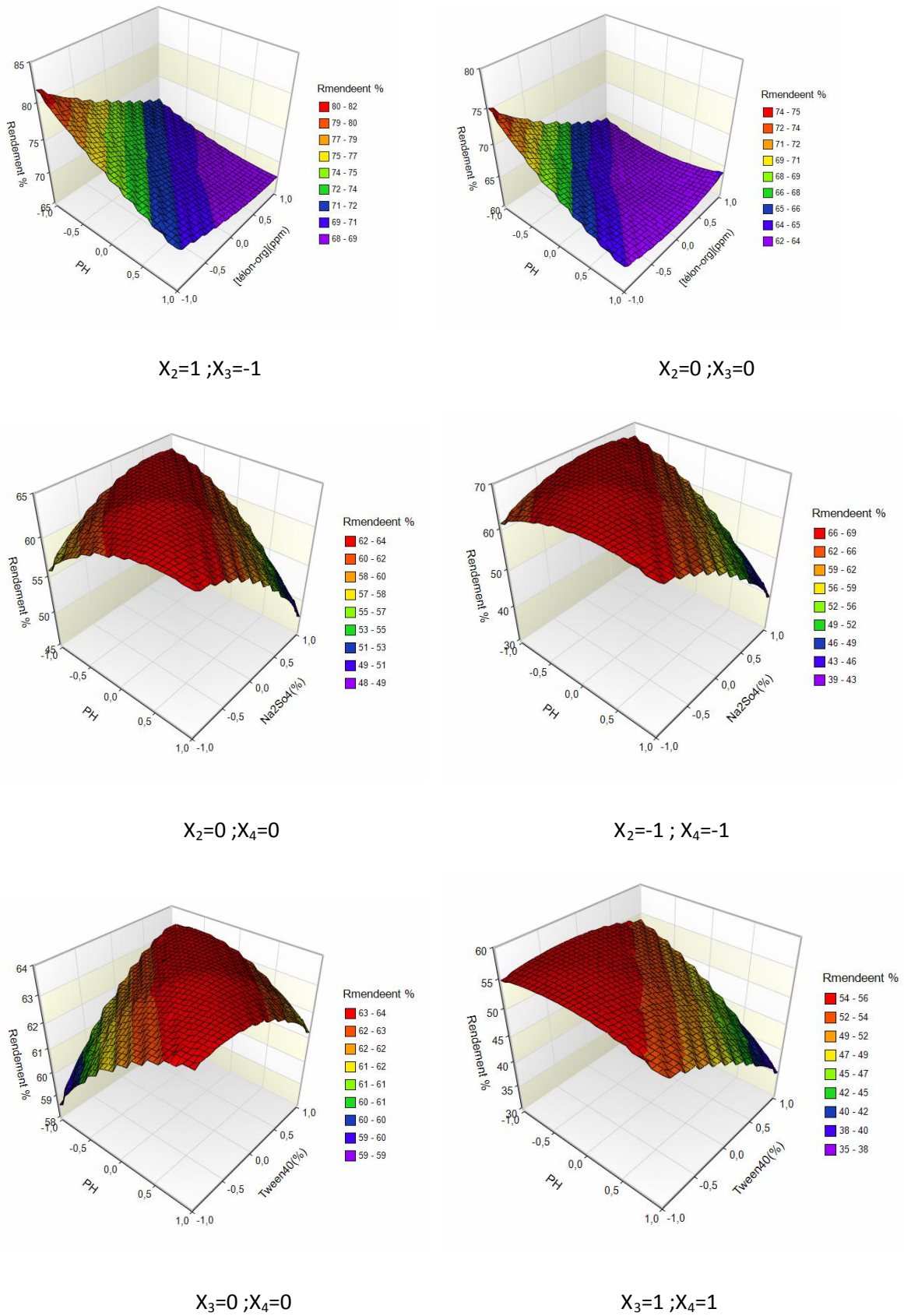


Figure III-17 : Quelques exemples des Surfaces de réponses pour l'extraction par CPE du Télor-orange.

V. 4. Interprétation des résultats du modèle :

1/ Le tableau III-5 résume les valeurs des coefficients du modèle dans le cas de l'extraction de l'orange de Télon par CPT.

Tableau III-5 Coefficients du modèle

Variable réduite		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₂₃
Coefficient	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄	a ₂₃
Valeur	63,435	0,7	0,61	-4,84	-6,30	-3,52	-11,68	6,08	-1,94
Variable réduite	X ₂₄	X ₃₄	X ₁₂₃	X ₁₃₄	X ₁₂₄	X ₂₃₄	X ₁₂₃₄		
Coefficient	a ₂₄	a ₃₄	a ₁₂₃	a ₁₃₄	a ₁₂₄	a ₂₃₄	a ₁₂₃₄		
Valeur	-3,39	1,28	3,75	-1,44	-6,20	1,22	-2,51		

2 / Après la détermination des facteurs influent du model, il faut confirmer, avant d'entamer les interprétations, que ce dernier décrit convenablement nos résultats expérimentaux. Pour cela, nous avons effectué une comparaison entre les réponses mesurées et les réponses données par le model (figure III-17).

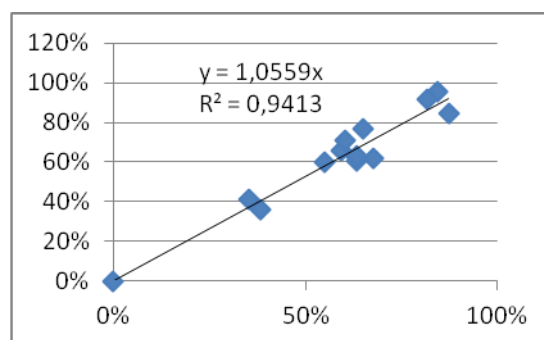


Figure III-18 : Comparaison des réponses théoriques et expérimentales.

Pour vérifier la fiabilité et la justesse du modèle utilisée, nous avons déterminé la constante de corrélation « $r^2 = 0.941$ » et la pente de droite égale à 1.055 ce qui exprime une cohérence assez satisfaisant entre les valeurs expérimentales et théoriques.

3/ Le tableau III-3 illustre que la valeur du rendement d'extraction la plus élevée est de 95,34 % a été obtenue pour la valeur minimale du pH, le taux massique minimal de Tween 40 (T%), le taux massique maximal de sulfate de sodium (Na_2SO_4) et la concentration maximale de Télon-orange;

4/ Les effets individuels et les interactions des paramètres lors de l'extraction du l'orange de Télon par « CPT » ont été discutés sur la base du signe et de la valeur absolue de chaque coefficient. Ces coefficients commenteront la force de l'effet et la façon par laquelle il agit sur les rendements d'extraction (favorable ou défavorable), respectivement. Cela nous a mené à dire que :

- Un effet favorable pour le pH et la concentration du tensioactif Tween (mais l'effet n'est pas importants).
- Un effet défavorable pour la concentration du sel (Na_2SO_4) et la concentration de Télon-orange (C),
- Les effets défavorables sont plus importants que les effets favorables individuels.
- Les effets communs entre le pH, la concentration du tensioactif et la concentration du sel (Na_2SO_4) sont tous défavorables ;
- L'effet combiné le plus fort et celui entre le pH et la quantité de sel (Na_2SO_4) présente en solution aqueuse.
- En résumé, le rendement d'extraction est plus important dans la région à faible concentration en tensioactif et de concentration en colorant pour des pH neutres ou moins acide.

Conclusion générale

L'extraction par point de trouble est une méthode qui permet d'extraire aisément des solutés de nature variée (par exemples des substances toxiques). Elle est basée sur le phénomène d'agrégation micellaire caractérisant les tensioactif non ionique utilisé ; l'apparition du trouble à une température connue sous le nom de température du point de trouble (TPT) et se sépare en deux phases au dessus de cette température (phase diluée, phases coacervat).

Dans la première partie nous avons synthétisé un nouveau liquide ionique par la substitution de ion chlorure de l'Aliquat336 par l'anion SCN. Le liquide ionique obtenu a été caractérisé par spectroscopie IRTF et identifié par différents techniques physico-chimiques.

Dans une deuxième, nous avons étudié certains paramètres ayant la possibilité de rendre l'extraction par point de trouble en utilisant le Tween40 à température ambiante.

- ❖ L'effet de tensioactif, cette étude a montré que la température de trouble est constante entre 90°C et 95°C.
- ❖ L'effet de sel : dans cette étude on a testé différents sels (Na_2SO_4 , Na Cl, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) l'étude a montré que la TPT diminue pour les trois sels.
- ❖ Pour l'Effet des alcanes et des alcools, les résultantes montrent que pour les deux la TPT a diminué de $T=95^\circ\text{C}$ à $T=20^\circ\text{C}$
- ❖ L'ajout de petites quantités de liquide ionique Aliquat336 [Cl] et l'Aliquat336 [SCN] fait diminuer de façon linéaire la température de trouble à la température ambiante.

La troisième partie a été consacrée à l'extraction de Télon-orange en utilisant un agent tensioactif non ionique Tween40 et un extractant liquide ionique (LI), ce type de processus qui consiste à varier différents paramètres nous a permis d'établir les résultats suivant :

- ❖ En fonction de la concentration du Télon-orange ; le rendement d'extraction diminue légèrement.
- ❖ L'évolution du rendement d'extraction en fonction du taux massique des deux liquides ioniques augmente avec Aliquat 336 [SCN] et diminue avec Aliquat 336 [Cl].
- ❖ L'effet des sels nous a montré que le rendement d'extraction augmente en augmentant le taux massique des sels
- ❖ L'étude de pH sur l'extraction a montré que le rendement d'extraction présente des valeurs maximales en milieu neutre et peu acide $\text{pH}=6$.

Enfin nous avons procédé à la modélisation de l'extraction de Télon-orange par un plan d'expériences factoriel à deux niveaux et à quatre facteurs (2^4). Nous avons cherché le meilleur compromis entre les facteurs qui régissent l'efficacité de l'extraction en fonction du pH, la concentration en tensioactif (Tween40), la concentration du sel (Na_2SO_4) et de la concentration du télon-orange; cela nous a mené à conclure que :

- Les effets communs entre le pH, la concentration du tensioactif et la concentration du sel (Na_2SO_4) sont tous défavorables ;
- L'effet combiné le plus fort et celui entre le pH et la quantité de sel (Na_2SO_4) présente en solution aqueuse.
- Un effet favorable pour le pH et la concentration du tensioactif Tween (mais l'effet n'est pas importants).
- Un effet défavorable pour la concentration du sel (Na_2SO_4) et la concentration de Télon-orange (C),
- Les effets défavorables sont plus importants que les effets favorables individuels.

Référence

1. Zoka, R., *Cloud-point extraction of phenols from aqueous solution with a nonionic surfactant*. 2005.
2. NAIT TAHAR, S., *EXTRACTION PAR COACERVAT DE POLLUANTS INORGANIQUES: UO₂ 2+, Sm³⁺ ET La³⁺/OPTIMISATION DU PROCEDE*. 2016, 12/01/2016.
3. Schott, H., A.E. Royce, and S.K. Han, *Effect of inorganic additives on solutions of nonionic surfactants: VII. Cloud point shift values of individual ions*. *Journal of Colloid and Interface Science*, 1984. **98**(1): p. 196-201.
4. Katsoyannos, E., et al., *Application of cloud point extraction using surfactants in the isolation of physical antioxidants(phenols) from olive mill wastewater*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 2006. **15**(9): p. 1122-1125.
5. SEMMOUD, R., *Extraction du Cuivre (II) par coacervat*.
6. AYAD, H., *caractérisation physico-chimique d'un polyélectrolyte anionique dans un milieu aqueux par viscosimétrie et pototimétrie*. 2013.
7. Mayot, E., *Monobactames et triazoles fluorocarbonés amphiphiles: vers des systèmes catanioniques à propriétés multiples*. 2007, Nancy 1.
8. HADJ MOHAMMED, A., *ETUDE DES PROPRIETESB THERMODYNAMIQUE D'UNE SURFACTANT*. 2014.
9. Mameri, Y., *Phototransformation de tensioactif anionique induite par un oxyhydroxyde de fer (iii)(goethite) en solution aqueuse*. 2010.
10. Nogueira Duarte, L.d.J., *Extraction à deux phases aqueuses à l'aide d'alcools polyéthoxylés en vue de l'élimination de polluants organiques et d'ions métalliques*. 2005, Institut National Polytechnique de Toulouse.
11. TALBI, Z., *Extraction de pollution organique et métallique par tensioactif biodegradables et liquide ionique* 2017.
12. CHEMANI, Z., *extraction du pb(II) par point de trouble* 2016.
13. Gutel, T., *Les liquides ioniques, leur utilisation et leur role comme solvants de réaction catalytique*. 2007, Université Claude Bernard-Lyon I.
14. Aoun, B., *Liquides ioniques: structure et dynamique*. 2010, Université d'Orléans.
15. Toubakh, M., *Etude de l'utilisation de liquide ionique comme éco-solvants pour la récupération des composé organique à l'échelle industrielle* 2012.
16. Liu, J.-f., G.-b. Jiang, and J.Å. Jönsson, *Application of ionic liquids in analytical chemistry*. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2005. **24**(1): p. 20-27.
17. F.Kenta.S.Shiro, I.s.-c., *liquid structure and conformation of low viscosity ionic liquid,N-methyl-N-propyl-pyrrolidimim bis imide studied by high-energy-ray scattering* *molecular liquids* 2008. **143**: p. 64-69.
18. Quijano, G., A. Couvert, and A. Amrane, *Ionic liquids: applications and future trends in bioreactor technology*. *Bioresource Technology*, 2010. **101**(23): p. 8923-8930.
19. Pereiro, A.B. and A. Rodríguez, *Effective extraction in packed column of ethanol from the azeotropic mixture ethanol+ hexane with an ionic liquid as solvent*. *Chemical Engineering Journal*, 2009. **153**(1-3): p. 80-85.
20. Revelli, A.-L., *Etude thermodynamique des liquides ioniques: Applications à la protection de l'Environnement*. 2010, Vandoeuvre-les-Nancy, INPL.
21. Guivarch, E., *Traitement des polluants organiques en milieux aqueux par procédé électrochimique d'oxydation avancée" Electro-Fenton": application à la minéralisation des colorants synthétiques*. 2004, Marne-la-Vallée.
22. Zhenwang, L., C. ZhenLu, and L. Jianyan. *The PT dye molecular structure and its chromophoric luminescences mechanism*. in *15th World Conference on Non-Destructive Testing*. 2000.

23. Sadighi, A. and M. Faramarzi, *Congo red decolorization by immobilized laccase through chitosan nanoparticles on the glass beads*. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 2013. **44**(2): p. 156-162.
24. DJAB, M., *Modification de la bentonite par des sels de Bis imidazolium–Applications à l’adsorption d’un colorant textile (Orange Têlon)*. 2012.
25. Hammami, S., *Étude de dégradation des colorants de textile par les procédés d’oxydation avancée. Application à la dépollution des rejets industriels*. 2008, Université de Marne la Vallée.
26. ARROUSSI, A., *ELABORATION ET CARACTERISATION DES BILLES A BASE D’UN BIOPOLYMERE ET LEURS APPLICATIONS DANS L’ENVIRONNEMENT*. 2014.
27. Zollinger, H., *Color chemistry: syntheses, properties, and applications of organic dyes and pigments*. 2003: John Wiley & Sons.
28. au CERTE, M.L.B.P., *HASSEN TRABELSI*. 2014, Université de Monastir.
29. M, *Les valeurs limites des rejets de l’industrie textile*. Algérien officiel 2006.
30. Rouessac, F. and A. Rouessac, *Analyse Chimique: Méthodes et techniques instrumentales modernes*. 2000: Dunod.
31. F.GUEDIRA, *Cours de Spectroscopie/ Chapitre III*.
32. GUEZZEN, B., *LES LIQUIDES IONIQUES & LE D2EHPA/TBP DANS L’EXTRACTION LIQUIDE-LIQUIDE DE Zn (II), Cd (II) & Hg (II)*. 2014.

Résumé

L'extraction par point de trouble (ou par coacervat) est un procédé de séparation qui est utilisée pour la détermination des éléments en traces dans différentes matrices analytique Cette technique offre plusieurs avantages. ce travail porte sur l'extraction de colorant Télon-orange en utilisons un tensioactif non ionique Tween40 et un liquide ionique Aliqua336[cl] et Aliqua336[SCN].

L'extraction de Télon-orange a été déterminée par l'étude de l'influence des paramètres (concentration du colorant , le taux de tensioactif , le taux des sels ,et le pH) ;les résultats ont montré que l'extraction de colorant Télon-orange a un rendement important avec le sel Na_2SO_4 a 90,67%

La modélisation de l'extraction de télon-orange est réalisée en lissant nos résultats à l'aide d'un plan factoriel 2^4 avec comme variables : le pH, le taux massique de Tween 40 (T%), le taux massique de sulfate de sodium (Na_2SO_4) (S) et la concentration de télon-orange (C), ce qui nous a permis d'avoir un maximum d'informations sur les interactions et les conséquences des différents facteurs sur l'extraction.

Mots –clés : Extraction par point de trouble, Télon-orange , Tween40 , Aliquat336, modélisation.

Abstract

Cloud point extraction (or coacervate) and a separation method which has been used for the determination of trace elements in different analytical matrices. This technique offers several advantages. This work focuses on the extraction of Telon-orange dye using a Tween40 nonionic surfactant and an Aliqua336 ionic liquid [cl] and Aliqua336 [SCN].

Telon-orange extraction was determined by studying the influence of parameters (dye concentration, surfactant level, salt level, and pH), the results showed that Telon-orange dye extraction has a high yield with Na_2SO_4 salt at 90.67%.

The modeling of the extraction of telon-orange is carried using a factorial plane 2^4 with as variables: the pH, the mass ratio of Tween 40 (T%), the mass proportion of sulphate of sodium (Na_2SO_4) (S) and the concentration of telon-orange (C), which allowed us to have a maximum of information on the interactions and the consequences of the various factors

. **Keywords:** Cloud point extraction, Telon-orange, Tween40, Aliquat336, modeling.

ملخص

إن طريقة الاستخلاص أو الفصل (السحب المتقطع) التي استخدمت لتحديد العناصر النزرة في المصفوفات التحليلية المختلفة ، توفر هذه التقنية عدة مزايا. يتناول هذا العمل استخلاص صبغة orange-élon باستخدام خافض التوتر السطحي غير الوراثة Tween40 و Aliqua336 [cl] والسائل الأيوني Aliqua336 [SCN].

تم تحديد استخلاص orange Telon- من خلال دراسة تأثير المعلمات (تركيز الصبغة ومستوى الفاعل بالسطح ومستوى الملح ودرجة الحموضة) وأظهرت النتائج أن استخراج صبغة Telon -orange أنه يحتوي على إنتاجية كبيرة مع الملح Na_2SO_4 90.67%.

يتم تنفيذ النمذجة لاستخراج برتقالي Telon من خلال تمهيد النتائج لدينا باستخدام طائرة عامل 24 مع المتغيرات: درجة الحموضة ، ونسبة الكتلة من Tween40 (T %) ، فإن نسبة الكتلة من كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) (S) وتركيز (C) telon-orange ، والذي سمح لنا بالحصول على أقصى قدر من المعلومات حول التفاعلات وعواقب العوامل المختلفة على الاستخراج.

الكلمات المفتاحية: استخراج نقطة السحب.. Tween40.. Aliquat336. ملون Télon-orange.