

UNIVERSITE MOHAMMED V- RABAT  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE -RABAT

ANNEE: 2016

THESE N°: 40

**FORMULATION D'UNE EMULSION A BASE  
D'HUILE D'ARGAN EN UTILISANT UN PLAN DE  
MELANGE**

**THÈSE**

*Présentée et soutenue publiquement le:.....2016*

PAR

**M. RAHMOUNI ISSAM**

Né le 04 Septembre 1991 à El Hoceima

**Pour l'Obtention du Doctorat en Pharmacie**

**MOTS CLES : Emulsion, Huile d'Argan, plan de mélange.**

MEMBRES DE JURY

**Mr A. LAATIRIS**

Professeur de Pharmacie Galénique

**Mr Y. RAHALI**

Professeur de Pharmacie Galénique

**Mr R. NEJJARI**

Professeur de Pharmacognosie

**Mr J. EL HARTI**

Professeur de Chimie Thérapeutique

**PRESIDENT**

**RAPPORTEUR**

**JUGES**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

رَبَّنَا وَسِعْتَ كُلَّ شَيْءٍ

رَحْمَةً وَعِلْمًا

سورة غافر.

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمَ



**UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT**

**DOYENS HONORAIRES :**

1962 – 1969 : Professeur Abdelmalek FARAJ  
1969 – 1974 : Professeur Abdellatif BERBICH  
1974 – 1981 : Professeur Bachir LAZRAK  
1981 – 1989 : Professeur Taieb CHKILI  
1989 – 1997 : Professeur Mohamed Tahar ALAOUI  
1997 – 2003 : Professeur Abdelmajid BELMAHI  
2003 – 2013 : Professeur Najia HAJJAJ - HASSOUNI

**ADMINISTRATION :**

**Doyen** : Professeur Mohamed ADNAOUI  
**Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et étudiantes**  
Professeur Mohammed AHALLAT  
**Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération**  
Professeur Taoufiq DAKKA  
**Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie**  
Professeur Jamal TAOUFIK  
**Secrétaire Général** : Mr. El Hassane AHALLAT

**1- ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS  
ET PHARMACIENS**

**PROFESSEURS :**

**Mai et Octobre 1981**

Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajih	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Pr. TAOBANE Hamid*	Chirurgie Thoracique

**Mai et Novembre 1982**

Pr. BENOSMAN Abdellatif	Chirurgie Thoracique
-------------------------	----------------------

**Novembre 1983**

Pr. HAJJAJ Najia ép. HASSOUNI	Rhumatologie
-------------------------------	--------------

**Décembre 1984**

Pr. MAAOUNI Abdelaziz	Médecine Interne – <i>Clinique Royale</i>
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi	Anesthésie -Réanimation
Pr. SETTAF Abdellatif	pathologie Chirurgicale

**Novembre et Décembre 1985**

Pr. BENJELLOUN Halima	Cardiologie
Pr. BENSALID Younes	Pathologie Chirurgicale
Pr. EL ALAOUI Faris Moulay El Mostafa	Neurologie

### **Janvier, Février et Décembre 1987**

Pr. AJANA Ali  
Pr. CHAHED OUZZANI Houria  
Pr. EL YAACOUBI Moradh  
Pr. ESSAID EL FEYDI Abdellah  
Pr. LACHKAR Hassan  
Pr. YAHYAOUI Mohamed

Radiologie  
Gastro-Entérologie  
Traumatologie Orthopédie  
Gastro-Entérologie  
Médecine Interne  
Neurologie

### **Décembre 1988**

Pr. BENHAMAMOUCH Mohamed Najib  
Pr. DAFIRI Rachida  
Pr. HERMAS Mohamed

Chirurgie Pédiatrique  
Radiologie  
Traumatologie Orthopédie

### **Décembre 1989**

Pr. ADNAOUI Mohamed  
Pr. BOUKILI MAKHOUKHI Abdelali\*  
Pr. CHAD Bouziane  
Pr. OUZZANI Taïbi Mohamed Réda

Médecine Interne –*Doyen de la FMPR*  
Cardiologie  
Pathologie Chirurgicale  
Neurologie

### **Janvier et Novembre 1990**

Pr. CHKOFF Rachid  
Pr. HACHIM Mohammed\*  
Pr. KHARBACH Aïcha  
Pr. MANSOURI Fatima  
Pr. TAZI Saoud Anas

Pathologie Chirurgicale  
Médecine-Interne  
Gynécologie -Obstétrique  
Anatomie-Pathologique  
Anesthésie Réanimation

### **Février Avril Juillet et Décembre 1991**

Pr. AL HAMANY Zaïtounia  
Pr. AZZOUZI Abderrahim  
Pr. BAYAHIA Rabéa  
Pr. BELKOUCHI Abdelkader  
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif  
Pr. BENSOUDA Yahia  
Pr. BERRAHO Amina  
Pr. BEZZAD Rachid  
Pr. CHABRAOUI Layachi  
Pr. CHERRAH Yahia  
Pr. CHOKAIRI Omar  
Pr. KHATTAB Mohamed  
Pr. SOULAYMANI Rachida  
Pr. TAOUFIK Jamal

Anatomie-Pathologique  
Anesthésie Réanimation –*Doyen de la FMPO*  
Néphrologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pharmacogalénique  
Ophtalmologie  
Gynécologie Obstétrique  
Biochimie et Chimie  
Pharmacologie  
Histologie Embryologie  
Pédiatrie  
Pharmacologie – *Dir. du Centre National PV*  
Chimie thérapeutique

### **Décembre 1992**

Pr. AHALLAT Mohamed  
Pr. BENSOUDA Adil  
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib

Chirurgie Générale  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie

Pr. CHAHED OUZZANI Laaziza  
Pr. CHRAIBI Chafiq  
Pr. DAOUDI Rajae  
Pr. DEHAYNI Mohamed\*  
Pr. EL OUAHABI Abdessamad  
Pr. FELLAT Rokaya  
Pr. GHAFIR Driss\*  
Pr. JIDDANE Mohamed  
Pr. TAGHY Ahmed  
Pr. ZOUHDI Mimoun

### **Mars 1994**

Pr. BENJAAFAR Nouredine  
Pr. BEN RAIS Nozha  
Pr. CAOUI Malika  
Pr. CHRAIBI Abdelmjid  
Pr. EL AMRANI Sabah  
Pr. EL AOUAD Rajae  
Pr. EL BARDOUNI Ahmed  
Pr. EL HASSANI My Rachid  
Pr. ERROUGANI Abdelkader  
Pr. ESSAKALI Malika  
Pr. ETTAYEBI Fouad  
Pr. HADRI Larbi\*  
Pr. HASSAM Badredine  
Pr. IFRINE Lahssan  
Pr. JELTHI Ahmed  
Pr. MAHFOUD Mustapha  
Pr. MOUDENE Ahmed\*  
Pr. RHRAB Brahim  
Pr. SENOUCI Karima

### **Mars 1994**

Pr. ABBAR Mohamed\*  
Pr. ABDELHAK M'barek  
Pr. BELAIDI Halima  
Pr. BRAHMI Rida Slimane  
Pr. BENTAHILA Abdelali  
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali  
Pr. BERRADA Mohamed Saleh  
Pr. CHAMI Ilham  
Pr. CHERKAOUI LallaOuafae  
Pr. EL ABBADI Najia  
Pr. HANINE Ahmed\*  
Pr. JALIL Abdelouahed

Gastro-Entérologie  
Gynécologie Obstétrique  
Ophtalmologie  
Gynécologie Obstétrique  
Neurochirurgie  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Anatomie  
Chirurgie Générale  
Microbiologie

Radiothérapie  
Biophysique  
Biophysique  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Gynécologie Obstétrique  
Immunologie  
Traumato-Orthopédie  
Radiologie  
Chirurgie Générale- *Directeur CHIS*  
Immunologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Médecine Interne  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Anatomie Pathologique  
Traumatologie – Orthopédie  
Traumatologie- Orthopédie  
Gynécologie –Obstétrique  
Dermatologie

Urologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Neurologie  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie  
Gynécologie Obstétrique  
Traumatologie – Orthopédie  
Radiologie  
Ophtalmologie  
Neurochirurgie  
Radiologie  
Chirurgie Générale

Pr. LAKHDAR Amina  
Pr. MOUANE Nezha

Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie

### **Mars 1995**

Pr. ABOUQUAL Redouane  
Pr. AMRAOUI Mohamed  
Pr. BAIDADA Abdelaziz  
Pr. BARGACH Samir  
Pr. CHAARI Jilali\*  
Pr. DIMOU M'barek\*  
Pr. DRISSI KAMILI Med Nordine\*  
Pr. EL MESNAOUI Abbas  
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila  
Pr. HDA Abdelhamid\*  
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed  
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia  
Pr. SEFIANI Abdelaziz  
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Réanimation Médicale  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Cardiologie - *Dir. HMIMV*  
Urologie  
Ophtalmologie  
Génétique  
Réanimation Médicale

### **Décembre 1996**

Pr. AMIL Touriya\*  
Pr. BELKACEM Rachid  
Pr. BOULANOUAR Abdelkrim  
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan  
Pr. GAOUZI Ahmed  
Pr. MAHFOUDI M'barek\*  
Pr. MOHAMMADI Mohamed  
Pr. OUADGHIRI Mohamed  
Pr. OUZEDDOUN Naima  
Pr. ZBIR EL Mehdi\*

Radiologie  
Chirurgie Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Radiologie  
Médecine Interne  
Traumatologie-Orthopédie  
Néphrologie  
Cardiologie

### **Novembre 1997**

Pr. ALAMI Mohamed Hassan  
Pr. BEN SLIMANE Lounis  
Pr. BIROUK Nazha  
Pr. CHAOUIR Souad\*  
Pr. ERREIMI Naima  
Pr. FELLAT Nadia  
Pr. HAIMEUR Charki\*  
Pr. KADDOURI Nouredine  
Pr. KOUTANI Abdellatif  
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid  
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ  
Pr. OUAHABI Hamid\*  
Pr. TAOUFIQ Jallal

Gynécologie-Obstétrique  
Urologie  
Neurologie  
Radiologie  
Pédiatrie  
Cardiologie  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Pédiatrie  
Urologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Neurologie  
Psychiatrie

Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie Obstétrique

**Novembre 1998**

Pr. AFIFI RAJAA

Pr. BENOMAR ALI

Pr. BOUGTAB Abdesslam

Pr. ER RIHANI Hassan

Pr. EZZAITOUNI Fatima

Pr. LAZRAK Khalid \*

Pr. BENKIRANE Majid\*

Pr. KHATOURI ALI\*

Pr. LABRAIMI Ahmed\*

Gastro-Entérologie

Neurologie – *Doyen Abulcassis*

Chirurgie Générale

Oncologie Médicale

Néphrologie

Traumatologie Orthopédie

Hématologie

Cardiologie

Anatomie Pathologique

**Janvier 2000**

Pr. ABID Ahmed\*

Pr. AIT OUMAR Hassan

Pr. BENJELLOUN DakhamaBadr.Sououd

Pr. BOURKADI Jamal-Eddine

Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer

Pr. ECHARRAB El Mahjoub

Pr. EL FTOUH Mustapha

Pr. EL MOSTARCHID Brahim\*

Pr. ISMAILI Hassane\*

Pr. MAHMOUDI Abdelkrim\*

Pr. TACHINANTE Rajae

Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Pneumophtisiologie

Pédiatrie

Pédiatrie

Pneumo-ptisiologie

Chirurgie Générale

Chirurgie Générale

Pneumo-ptisiologie

Neurochirurgie

Traumatologie Orthopédie

Anesthésie-Réanimation **inspecteur SS**

Anesthésie-Réanimation

Médecine Interne

**Novembre 2000**

Pr. AIDI Saadia

Pr. AIT OURHROUI Mohamed

Pr. AJANA FatimaZohra

Pr. BENAMR Said

Pr. CHERTI Mohammed

Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma

Pr. EL HASSANI Amine

Pr. EL KHADER Khalid

Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah\*

Pr. GHARBI Mohamed El Hassan

Pr. HSSAIDA Rachid\*

Pr. LAHLOU Abdou

Pr. MAFTAH Mohamed\*

Pr. MAHASSINI Najat

Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae

Pr. NASSIH Mohamed\*

Pr. ROUIMI Abdelhadi\*

Neurologie

Dermatologie

Gastro-Entérologie

Chirurgie Générale

Cardiologie

Anesthésie-Réanimation

Pédiatrie

Urologie

Rhumatologie

Endocrinologie et Maladies Métaboliques

Anesthésie-Réanimation

Traumatologie Orthopédie

Neurochirurgie

Anatomie Pathologique

Pédiatrie

Stomatologie Et Chirurgie Maxillo-Faciale

Neurologie

**Décembre 2000**

Pr. ZOHAIR ABDELAH\*

ORL

**Décembre 2001**

Pr. ABABOU Adil

Anesthésie-Réanimation

Pr. BALKHI Hicham\*

Anesthésie-Réanimation

Pr. BENABDELJLIL Maria

Neurologie

Pr. BENAMAR Loubna

Néphrologie

Pr. BENAMOR Jouda

Pneumo-phtisiologie

Pr. BENELBARHDADI Imane

Gastro-Entérologie

Pr. BENNANI Rajae

Cardiologie

Pr. BENOUACHANE Thami

Pédiatrie

Pr. BEZZA Ahmed\*

Rhumatologie

Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi

Anatomie

Pr. BOUMDIN El Hassane\*

Radiologie

Pr. CHAT Latifa

Radiologie

Pr. DAALI Mustapha\*

Chirurgie Générale

Pr. DRISSI Sidi Mourad\*

Radiologie

Pr. EL HIJRI Ahmed

Anesthésie-Réanimation

Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid

Neuro-Chirurgie

Pr. EL MADHI Tarik

Chirurgie-Pédiatrique

Pr. EL OUNANI Mohamed

Chirurgie Générale

Pr. ETTAIR Said

Pédiatrie

Pr. GAZZAZ Miloudi\*

Neuro-Chirurgie

Pr. HRORA Abdelmalek

Chirurgie Générale

Pr. KABBAJ Saad

Anesthésie-Réanimation

Pr. KABIRI EL Hassane\*

Chirurgie Thoracique

Pr. LAMRANI Moulay Omar

Traumatologie Orthopédie

Pr. LEKEHAL Brahim

Chirurgie Vasculaire Périphérique

Pr. MAHASSIN Fattouma\*

Médecine Interne

Pr. MEDARHRI Jalil

Chirurgie Générale

Pr. MIKDAME Mohammed\*

Hématologie Clinique

Pr. MOHSINE Raouf

Chirurgie Générale

Pr. NOUINI Yassine

Urologie

Pr. SABBAH Farid

Chirurgie Générale

Pr. SEFIANI Yasser

Chirurgie Vasculaire Périphérique

Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Pédiatrie

**Décembre 2002**

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane\*

Anatomie Pathologique

Pr. AMEUR Ahmed \*

Urologie

Pr. AMRI Rachida

Cardiologie

Pr. AOURARH Aziz\*

Gastro-Entérologie

Pr. BAMOU Youssef \*

Biochimie-Chimie

Pr. BELMEJDOUB Ghizlene\*

Endocrinologie et Maladies Métaboliques

Pr. BENZEKRI Laila  
Pr. BENZZOUBEIR Nadia  
Pr. BERNOUSSI Zakiya  
Pr. BICHRA Mohamed Zakariya\*  
Pr. CHOHO Abdelkrim \*  
Pr. CHKIRATE Bouchra  
Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair  
Pr. EL HAOURI Mohamed \*  
Pr. EL MANSARI Omar\*  
Pr. FILALI ADIB Abdelhai  
Pr. HAJJI Zakia  
Pr. IKEN Ali  
Pr. JAAFAR Abdeloihab\*  
Pr. KRIOUILE Yamina  
Pr. LAGHMARI Mina  
Pr. MABROUK Hfid\*  
Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss\*  
Pr. MOUSTAGHFIR Abdelhamid\*  
Pr. NAITLHO Abdelhamid\*  
Pr. OUJILAL Abdelilah  
Pr. RACHID Khalid \*  
Pr. RAISS Mohamed  
Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha\*  
Pr. RHOU Hakima  
Pr. SIAH Samir \*  
Pr. THIMOU Amal  
Pr. ZENTAR Aziz\*

### **Janvier 2004**

Pr. ABDELLAH El Hassan  
Pr. AMRANI Mariam  
Pr. BENBOUZID Mohammed Anas  
Pr. BENKIRANE Ahmed\*  
Pr. BOUGHALEM Mohamed\*  
Pr. BOULAADAS Malik  
Pr. BOURAZZA Ahmed\*  
Pr. CHAGAR Belkacem\*  
Pr. CHERRADI Nadia  
Pr. EL FENNI Jamal\*  
Pr. EL HANCHI ZAKI  
Pr. EL KHORASSANI Mohamed  
Pr. EL YOUNASSI Badreddine\*  
Pr. HACHI Hafid  
Pr. JABOUIRIK Fatima  
Pr. KHABOUZE Samira

Dermatologie  
Gastro-Entérologie  
Anatomie Pathologique  
Psychiatrie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Chirurgie Pédiatrique  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Ophtalmologie  
Urologie  
Traumatologie Orthopédie  
Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Traumatologie Orthopédie  
Gynécologie Obstétrique  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Générale  
Pneumophtisiologie  
Néphrologie  
Anesthésie Réanimation  
Pédiatrie  
Chirurgie Générale

Ophtalmologie  
Anatomie Pathologique  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Gastro-Entérologie  
Anesthésie Réanimation  
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale  
Neurologie  
Traumatologie Orthopédie  
Anatomie Pathologique  
Radiologie  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie  
Cardiologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Gynécologie Obstétrique

Pr. KHARMAZ Mohamed  
Pr. LEZREK Mohammed\*  
Pr. MOUGHIL Said  
Pr. OUBAAZ Abdelbarre\*  
Pr. TARIB Abdelilah\*  
Pr. TIJAMI Fouad  
Pr. ZARZUR Jamila

Traumatologie Orthopédie  
Urologie  
Chirurgie Cardio-Vasculaire  
Ophtalmologie  
Pharmacie Clinique  
Chirurgie Générale  
Cardiologie

### **Janvier 2005**

Pr. ABBASSI Abdellah  
Pr. AL KANDRY Sif Eddine\*  
Pr. ALAOUI Ahmed Essaid  
Pr. ALLALI Fadoua  
Pr. AMAZOUZI Abdellah  
Pr. AZIZ Nouredine\*  
Pr. BAHIRI Rachid  
Pr. BARKAT Amina  
Pr. BENHALIMA Hanane  
Pr. BENYASS Aatif  
Pr. BERNOUSSI Abdelghani  
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Mohamed  
Pr. DOUDOUH Abderrahim\*  
Pr. EL HAMZAOUI Sakina\*  
Pr. HAJJI Leila  
Pr. HESSISSEN Leila  
Pr. JIDAL Mohamed\*  
Pr. LAAROUSSI Mohamed  
Pr. LYAGOUBI Mohammed  
Pr. NIAMANE Radouane\*  
Pr. RAGALA Abdelhak  
Pr. SBIHI Souad  
Pr. ZERAIDI Najia

Chirurgie Réparatrice et Plastique  
Chirurgie Générale  
Microbiologie  
Rhumatologie  
Ophtalmologie  
Radiologie  
Rhumatologie  
Pédiatrie  
Stomatologie et Chirurgie Maxillo Faciale  
Cardiologie  
Ophtalmologie  
Ophtalmologie  
Biophysique  
Microbiologie  
Cardiologie (*mise en disponibilité*)  
Pédiatrie  
Radiologie  
Chirurgie Cardio-vasculaire  
Parasitologie  
Rhumatologie  
Gynécologie Obstétrique  
Histo-Embryologie Cytogénétique  
Gynécologie Obstétrique

### **Décembre 2005**

Pr. CHANI Mohamed

Anesthésie Réanimation

### **Avril 2006**

Pr. ACHEMLAL Lahsen\*  
Pr. AKJOUJ Said\*  
Pr. BELMEKKI Abdelkader\*  
Pr. BENCHEIKH Razika  
Pr. BIYI Abdelhamid\*  
Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine  
Pr. BOULAHYA Abdellatif\*  
Pr. CHENGUETI ANSARI Anas  
Pr. DOGHMI Nawal

Rhumatologie  
Radiologie  
Hématologie  
O.R.L  
Biophysique  
Chirurgie - Pédiatrique  
Chirurgie Cardio – Vasculaire  
Gynécologie Obstétrique  
Cardiologie

Pr. ESSAMRI Wafaa  
Pr. FELLAT Ibtissam  
Pr. FAROUDY Mamoun  
Pr. GHADOUANE Mohammed\*  
Pr. HARMOUCHE Hicham  
Pr. HANAFI Sidi Mohamed\*  
Pr. IDRIS LAHLOU Amine\*  
Pr. JROUNDI Laila  
Pr. KARMOUNI Tariq  
Pr. KILI Amina  
Pr. KISRA Hassan  
Pr. KISRA Mounir  
Pr. LAATIRIS Abdelkader\*  
Pr. LMIMOUNI Badreddine\*  
Pr. MANSOURI Hamid\*  
Pr. OUANASS Abderrazzak  
Pr. SAFI Soumaya\*  
Pr. SEKKAT Fatima Zahra  
Pr. SOUALHI Mouna  
Pr. TELLAL Saida\*  
Pr. ZAHRAOUI Rachida

Gastro-entérologie  
Cardiologie  
Anesthésie Réanimation  
Urologie  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation  
Microbiologie  
Radiologie  
Urologie  
Pédiatrie  
Psychiatrie  
Chirurgie – Pédiatrique  
Pharmacie Galénique  
Parasitologie  
Radiothérapie  
Psychiatrie  
Endocrinologie  
Psychiatrie  
Pneumo – Phtisiologie  
Biochimie  
Pneumo – Phtisiologie

### **Octobre 2007**

Pr. ABIDI Khalid  
Pr. ACHACHI Leila  
Pr. ACHOUR Abdessamad\*  
Pr. AIT HOUSSA Mahdi\*  
Pr. AMHAJJI Larbi\*  
Pr. AMMAR Haddou\*  
Pr. AOUI Sarra  
Pr. BAITE Abdelouahed\*  
Pr. BALOUCH Lhousaine\*  
Pr. BENZIANE Hamid\*  
Pr. BOUTIMZINE Nourdine  
Pr. CHARKAOUI Naoual\*  
Pr. EHIRCHIOU Abdelkader\*  
Pr. ELABSI Mohamed  
Pr. EL MOUSSAOUI Rachid  
Pr. EL OMARI Fatima  
Pr. GANA Rachid  
Pr. GHARIB Noureddine  
Pr. HADADI Khalid\*  
Pr. ICHOU Mohamed\*  
Pr. ISMAILI Nadia  
Pr. KEBDANI Tayeb

Réanimation médicale  
Pneumo phtisiologie  
Chirurgie générale  
Chirurgie cardio vasculaire  
Traumatologie orthopédie  
ORL  
Parasitologie  
Anesthésie réanimation **directeur ERSSM**  
Biochimie-chimie  
Pharmacie clinique  
Ophtalmologie  
Pharmacie galénique  
Chirurgie générale  
Chirurgie générale  
Anesthésie réanimation  
Psychiatrie  
Neuro chirurgie  
Chirurgie plastique et réparatrice  
Radiothérapie  
Oncologie médicale  
Dermatologie  
Radiothérapie

Pr. LALAOUI SALIM Jaafar\*  
Pr. LOUZI Lhoussain\*  
Pr. MADANI Naoufel  
Pr. MAHI Mohamed\*  
Pr. MARC Karima  
Pr. MASRAR Azlarab  
Pr. MOUTAJ Redouane \*  
Pr. MRABET Mustapha\*  
Pr. MRANI Saad\*  
Pr. OUZZIF Ezzohra\*  
Pr. RABHI Monsef\*  
Pr. RADOUANE Bouchaib\*  
Pr. SEFFAR Myriame  
Pr. SEKHSOKH Yessine\*  
Pr. SIFAT Hassan\*  
Pr. TABERKANET Mustafa\*  
Pr. TACHFOUTI Samira  
Pr. TAJDINE Mohammed Tariq\*  
Pr. TANANE Mansour\*  
Pr. TLIGUI Houssain  
Pr. TOUATI Zakia

### **Décembre 2007**

Pr. DOUHAL ABDERRAHMAN

### **Décembre 2008**

Pr ZOUBIR Mohamed\*  
Pr TAHIRI My El Hassan\*

### **Mars 2009**

Pr. ABOUZAHIR Ali\*  
Pr. AGDR Aomar\*  
Pr. AIT ALI Abdelmounaim\*  
Pr. AIT BENHADDOU El hachmia  
Pr. AKHADDAR Ali\*  
Pr. ALLALI Nazik  
Pr. AMAHZOUNE Brahim\*  
Pr. AMINE Bouchra  
Pr. ARKHA Yassir  
Pr. AZENDOUR Hicham\*  
Pr. BELYAMANI Lahcen\*  
Pr. BJIJOU Younes  
Pr. BOUHSAIN Sanae\*  
Pr. BOUI Mohammed\*  
Pr. BOUNAIM Ahmed\*

Anesthésie réanimation  
Microbiologie  
Réanimation médicale  
Radiologie  
Pneumo phtisiologie  
Hématologie biologique  
Parasitologie  
Médecine préventive santé publique et hygiène  
Virologie  
Biochimie-chimie  
Médecine interne  
Radiologie  
Microbiologie  
Microbiologie  
Radiothérapie  
Chirurgie vasculaire périphérique  
Ophtalmologie  
Chirurgie générale  
Traumatologie orthopédie  
Parasitologie  
Cardiologie

Ophtalmologie

Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale

Médecine interne  
Pédiatre  
Chirurgie Générale  
Neurologie  
Neuro-chirurgie  
Radiologie  
Chirurgie Cardio-vasculaire  
Rhumatologie  
Neuro-chirurgie  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Anatomie  
Biochimie-chimie  
Dermatologie  
Chirurgie Générale

Pr. BOUSSOUGA Mostapha\*  
Pr. CHAKOUR Mohammed \*  
Pr. CHTATA Hassan Toufik\*  
Pr. DOGHMI Kamal\*  
Pr. EL MALKI Hadj Omar  
Pr. EL OUENNASS Mostapha\*  
Pr. ENNIBI Khalid\*  
Pr. FATHI Khalid  
Pr. HASSIKOU Hasna \*  
Pr. KABBAJ Nawal  
Pr. KABIRI Meryem  
Pr. KARBOUBI Lamyia  
Pr. L'KASSIMIHachemi\*  
Pr. LAMSAOURI Jamal\*  
Pr. MARMADE Lahcen  
Pr. MESKINI Toufik  
Pr. MESSAOUDI Nezha \*  
Pr. MSSROURI Rahal  
Pr. NASSAR Ittimade  
Pr. OUKERRAJ Latifa  
Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani \*  
Pr. ZOUHAIR Said\*

**PROFESSEURS AGREGES :**  
**Octobre 2010**

Pr. ALILOU Mustapha  
Pr. AMEZIANE Taoufiq\*  
Pr. BELAGUID Abdelaziz  
Pr. BOUAITY Brahim\*  
Pr. CHADLI Mariama\*  
Pr. CHEMSI Mohamed\*  
Pr. DAMI Abdellah\*  
Pr. DARBI Abdellatif\*  
Pr. DENDANE Mohammed Anouar  
Pr. EL HAFIDI Naima  
Pr. EL KHARRAS Abdennasser\*  
Pr. EL MAZOUZ Samir  
Pr. EL SAYEGH Hachem  
Pr. ERRABIH Ikram  
Pr. LAMALMI Najat  
Pr. LEZREK Mounir  
Pr. MALIH Mohamed\*  
Pr. MOSADIK Ahlam  
Pr. MOUJAHID Mountassir\*  
Pr. NAZIH Mouna\*

Traumatologie orthopédique  
Hématologie biologique  
Chirurgie vasculaire périphérique  
Hématologie clinique  
Chirurgie Générale  
Microbiologie  
Médecine interne  
Gynécologie obstétrique  
Rhumatologie  
Gastro-entérologie  
Pédiatrie  
Pédiatrie  
Microbiologie  
Chimie Thérapeutique  
Chirurgie Cardio-vasculaire  
Pédiatrie  
Hématologie biologique  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Cardiologie  
Pneumo-phtisiologie  
Microbiologie

Anesthésie réanimation  
Médecine interne  
Physiologie  
ORL  
Microbiologie  
Médecine aéronautique  
Biochimie chimie  
Radiologie  
Chirurgie pédiatrique  
Pédiatrie  
Radiologie  
Chirurgie plastique et réparatrice  
Urologie  
Gastro entérologie  
Anatomie pathologique  
Ophtalmologie  
Pédiatrie  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie générale  
Hématologie

Pr. ZOUAIDIA Fouad

Anatomie pathologique

### **Mai 2012**

Pr. AMRANI Abdelouahed  
Pr. ABOUELALAA Khalil\*  
Pr. BELAIZI Mohamed\*  
Pr. BENCHEBBA Driss\*  
Pr. DRISSI Mohamed\*  
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna  
Pr. EL KHATTABI Abdessadek\*  
Pr. EL OUAZZANI Hanane\*  
Pr. ER-RAJI Mounir  
Pr. JAHID Ahmed  
Pr. MEHSSANI Jamal\*  
Pr. RAISSOUNI Maha\*

Chirurgie Pédiatrique  
Anesthésie Réanimation  
Psychiatrie  
Traumatologie Orthopédique  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale  
Médecine Interne  
Pneumophtisiologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Anatomie pathologique  
Psychiatrie  
Cardiologie

### **Février 2013**

Pr. AHID Samir  
Pr. AIT EL CADI Mina  
Pr. AMRANI HANCHI Laila  
Pr. AMOUR Mourad  
Pr. AWAB Almahdi  
Pr. BELAYACHI Jihane  
Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain  
Pr. BENCHEKROUN Laila  
Pr. BENKIRANE Souad  
Pr. BENNANA Ahmed\*  
Pr. BENSEFFAJ Nadia  
Pr. BENSGHIR Mustapha\*  
Pr. BENYAHIA Mohammed\*  
Pr. BOUATIA Mustapha  
Pr. BOUABID Ahmed Salim\*  
Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba  
Pr. CHAIB Ali\*  
Pr. DENDANE Tarek  
Pr. DINI Nouzha\*  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa  
Pr. ELFATEMI Nizare  
Pr. EL GUERROUJ Hasnae  
Pr. EL HARTI Jaouad  
Pr. EL JOUDI Rachid\*  
Pr. EL KABABRI Maria  
Pr. EL KHANNOUSSI Basma  
Pr. EL KHLOUFI Samir

Pharmacologie – Chimie  
Toxicologie  
Gastro-Entérologie  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Réanimation Médicale  
Anesthésie Réanimation  
Biochimie-Chimie  
Hématologie biologique  
Informatique Pharmaceutique  
Immunologie  
Anesthésie Réanimation  
Néphrologie  
Chimie Analytique  
Traumatologie Orthopédie  
Anatomie  
Cardiologie  
Réanimation Médicale  
Pédiatrie  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Neuro-Chirurgie  
Médecine Nucléaire  
Chimie Thérapeutique  
Toxicologie  
Pédiatrie  
Anatomie Pathologie  
Anatomie

Pr. EL KORAICHI Alae	Anesthésie Réanimation
Pr. EN-NOUALI Hassane*	Radiologie
Pr. ERRGUIG Laila	Physiologie
Pr. FIKRI Meryim	Radiologie
Pr. GHANIMI Zineb	Pédiatrie
Pr. GHFIR Imade	Médecine Nucléaire
Pr. IMANE Zineb	Pédiatrie
Pr. IRAQI Hind	Endocrinologie et maladies métaboliques
Pr. KABBAJ Hakima	Microbiologie
Pr. KADIRI Mohamed*	Psychiatrie
Pr. LATIB Rachida	Radiologie
Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra	Médecine Interne
Pr. MEDDAH Bouchra	Pharmacologie
Pr. MELHAOUI Adyl	Neuro-chirurgie
Pr. MRABTI Hind	Oncologie Médicale
Pr. NEJJARI Rachid	Pharmacognosie
Pr. OUBEJJA Houda	Chirurgie Pédiatrique
Pr. OUKABLI Mohamed*	Anatomie Pathologique
Pr. RAHALI Younes	Pharmacie Galénique
Pr. RATBI Ilham	Génétique
Pr. RAHMANI Mounia	Neurologie
Pr. REDA Karim*	Ophtalmologie
Pr. REGRAGUI Wafa	Neurologie
Pr. RKAIN Hanan	Physiologie
Pr. ROSTOM Samira	Rhumatologie
Pr. ROUAS Lamiaa	Anatomie Pathologique
Pr. ROUIBAA Fedoua*	Gastro-Entérologie
Pr. SALIHOUN Mouna	Gastro-Entérologie
Pr. SAYAH Rochde	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Pr. SEDDIK Hassan*	Gastro-Entérologie
Pr. ZERHOUNI Hicham	Chirurgie Pédiatrique
Pr. ZINE Ali*	Traumatologie Orthopédie

### **Avril 2013**

Pr. EL KHATIB Mohamed Karim*	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Pr. GHOUNDALE Omar*	Urologie
Pr. ZYANI Mohammad*	Médecine Interne

*\*Enseignants Militaires*

## 2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

### PROFESSEURS / PRs. HABILITES

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naïma	Biochimie – chimie
Pr. ALAOUI KATIM	Pharmacologie
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma	Histologie-Embryologie
Pr. ANSAR M'hammed	Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Pr. BOUHOUCHE Ahmed	Génétique Humaine
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz	Applications Pharmaceutiques
Pr. BOURJOUANE Mohamed	Microbiologie
Pr. BARKYOU Malika	Histologie-Embryologie
Pr. CHAHED OUAZZANI LallaChadia	Biochimie – chimie
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie
Pr. DRAOUI Mustapha	Chimie Analytique
Pr. EL GUESSABI Lahcen	Pharmacognosie
Pr. ETTAIB Abdelkader	Zootchnie
Pr. FAOUZI Moulay El Abbes	Pharmacologie
Pr. HAMZAOUI Laila	Biophysique
Pr. HMAMOUCHE Mohamed	Chimie Organique
Pr. IBRAHIMI Azeddine	Biologie moléculaire
Pr. KHANFRI Jamal Eddine	Biologie
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med	Chimie Organique
Pr. REDHA Ahlam	Chimie
Pr. TOUATI Driss	Pharmacognosie
Pr. ZAHIDI Ahmed	Pharmacologie
Pr. ZELLOU Amina	Chimie Organique

*Mise à jour le 09/01/2015 par le  
Service des Ressources Humaines*

- 9 JAN 2015



# *Dédicaces*



*Je dédie cette thèse à...*

*A la mémoire de mon père, que dieu repose son âme en paix*

*A ma mère Pour son inéluctable patience et pour tous les efforts que vous avez consenti pour mon éducation et mon bien être.*

*Rien au monde ne pourrait compenser les sacrifices que vous avez endurés durant mes longues années d'études.*

*A mes sœurs Bouchra, Ilham, et Amal, je vous témoigne mon profond amour et mes respects les plus dévoués.  
Que Dieu vous garde et vous donne santé et longue vie.*

*A tous ceux que j'ai omis de citer. Que ce travail soit le témoignage des bons moments que nous avons passé ensemble.*

# *Remerciements*



*Tout d'abord j'adresse de vifs remerciements à monsieur Rahali Younes, Professeur de pharmacie galénique, mon rapporteur de thèse, pour m'avoir fait confiance dès les premiers instants de notre collaboration qui fut riche tant au niveau scientifique qu'au niveau personnel.*

*Je tiens également à adresser un grand merci à Monsieur Abdlkader Laatiris, Professeur de pharmacie galénique, directeur de thèse, pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*Mes remerciements vont également à Monsieur Nejari Rachid, professeur de pharmacognosie, Monsieur Elharti Jaouad professeur de chimie thérapeutique, membres de jury de thèse. Je tiens à leurs exprimer ma reconnaissance la plus sincère*

*Pour tous les bons moments partagés, j'exprime à l'ensemble des étudiants de la 26ème promotion l'expression de ma sincère amitié, vous avez fait de mes études un moment de vie inoubliable, l'ambiance chaleureuse de camaraderie et de travail restera un souvenir que je conserve de cette période.*

# Sommaire

<i>Introduction</i> .....	<i>1</i>
<i>Chapitre I :L'étude bibliographique</i> .....	<i>3</i>
<i>Première partie : Les émulsions</i> .....	<i>3</i>
<i>Deuxième partie : Le plan de mélange</i> .....	<i>3</i>
<i>Troisième partie : L'huile d'argan au Maroc</i> .....	<i>3</i>
<i>Première partie : Les émulsions</i> .....	<i>4</i>
<i>I Définition</i> .....	<i>4</i>
<i>II Classification</i> .....	<i>6</i>
<b>1 Classification basée sur la nature de la phase dispersée</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Classification basée sur la taille des gouttelettes</b> .....	<b>8</b>
<i>III Les tensioactifs</i> .....	<i>9</i>
<b>1 Introduction</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Composition</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Propriétés physico-chimique des tensioactifs</b> .....	<b>10</b>
a) La stabilité .....	10
b) La concentration micellaire critique ' CMC' .....	12
d) La mouillabilité.....	15
<b>4 Classification</b> .....	<b>16</b>
a) Les tensioactifs anioniques : .....	16
b) Les tensioactifs cationiques : .....	17
c) Les tensioactifs amphotères .....	18
d) Les tensioactifs non ioniques : .....	19
<i>IV Formulation d'une émulsion</i> : .....	<i>21</i>

<b>1 Introduction</b> .....	<b>21</b>
<b>2 Les variables de formulation</b> .....	<b>22</b>
a) Variable de composition .....	22
b) Variable de formulation physico-chimique .....	23
c) Variable mécanique .....	24
<b>3 Les concepts de formulation</b> .....	<b>26</b>
<i>V émulsions instable, et techniques d'étude</i> .....	<b>30</b>
<b>1 Introduction et exigences</b> .....	<b>30</b>
<b>2-Les techniques d'étude de stabilité des émulsions</b> .....	<b>30</b>
a) L'observation visuelle.....	30
b) La turbidimétrie .....	32
c)La microscopie optique :.....	32
d) La granulométrie thermique .....	33
e) Les techniques in situ.....	34
<i>VI Applications des émulsions</i> .....	<b>36</b>
<b>1 Les émulsions alimentaires</b> .....	<b>36</b>
<b>2 La cosmétologie :</b> .....	<b>36</b>
<b>3 L'industrie pharmaceutique :</b> .....	<b>36</b>
<b>4 La peinture</b> .....	<b>37</b>
<b>5 Les formules du lavage à sec :</b> .....	<b>37</b>
<i>VII Conclusion</i> .....	<b>38</b>
<i>Deuxième partie : Les plans de mélange</i> .....	<b>39</b>
<b>I Introduction</b> .....	<b>39</b>
<b>II Contrainte fondamentale des mélanges</b> .....	<b>39</b>
<b>III Représentation géométrique des plans de mélange</b> .....	<b>40</b>
<b>1 Mélange binaire</b> .....	<b>40</b>

<b>2 Mélange ternaires</b> .....	<b>40</b>
<b>3 Mélange quaternaire</b> .....	<b>41</b>
<i>IV Emplacement des points expérimentaux</i> .....	<i>42</i>
<i>V plan de mélange optimal</i> .....	<i>43</i>
<i>VI illustration graphique des résultats</i> .....	<i>44</i>
<i>Troisième partie : l'huile d'argan au Maroc I Introduction</i> .....	<i>45</i>
<i>II botanique :</i> .....	<i>46</i>
<i>III Extraction : L'extraction de l'huile d'argan se fait par plusieurs méthodes à savoir :</i> .....	<i>47</i>
<b>1 Traditionnelle :</b> .....	<b>47</b>
<b>2 Mécanique</b> .....	<b>48</b>
<b>3 Extraction par un solvant</b> .....	<b>48</b>
<i>IV Composition et application, quelle relation ?</i> .....	<i>48</i>
<b>1 Une huile hydratante</b> .....	<b>49</b>
<b>2 Anti radicaux-libre</b> .....	<b>49</b>
<b>3 Prévention des maladies cardiovasculaires :</b> .....	<b>50</b>
<i>V Conclusion</i> .....	<i>51</i>
<i>Chapitre II : La partie pratique</i> .....	<i>52</i>
<i>Introduction</i> .....	<i>53</i>
<i>II préparation proprement dite</i> .....	<i>53</i>
<b>1 Introduction</b> .....	<b>53</b>
<b>2 matériels utilisés</b> .....	<b>54</b>
<b>3 Mode opératoire</b> .....	<b>54</b>
<i>III Résultats</i> .....	<i>59</i>
<i>IV Interprétation et discussion</i> .....	<i>63</i>
<b>1 interprétation des résultats</b> .....	<b>63</b>

<b>2 Détermination du sens d'émulsion L/H ou H/L :.....</b>	<b>64</b>
<b>3 Stabilité à la dilution .....</b>	<b>65</b>
<i>V Conclusion : .....</i>	<i>66</i>
<i>Bibliographie : .....</i>	<i>67</i>

# **Introduction**

De nos jours, les émulsions sont partout, utilisées à nombreuses reprises dans la vie quotidienne, pourtant méconnues du grand public. Elles sont très utiles dans l'industrie, notamment l'industrie pharmaceutique, cosmétique, agroalimentaire, les peintures, l'agrochimie et l'industrie pétrolière. Elles permettent d'associer des produits normalement incompatibles en leur donnant parfois des propriétés hors du commun (touché, odeur, goût, etc.).

Dans l'industrie pharmaceutique, les applications sont nombreuses, des émulsions parentérales, topiques, orales ou ophtalmiques. Du fait de cette large étendue d'utilisation, de nombreuses études sont en cours pour essayer de mieux comprendre le comportement des émulsions.

En effet, l'élaboration d'une émulsion nécessite une parfaite connaissance des processus physico-chimiques de fabrication. Toutefois, malgré les contraintes liées à leurs formulations et à la maîtrise de comportement rhéologique lors de l'utilisation, ces produits ont pu envahir le domaine de l'industrie pharmaceutique.

Afin de bien définir ce qu'est une émulsion, nous allons étudier les différents termes et expressions du sujet à l'aide d'expériences que nous avons réalisées.

- ✓ La première partie est un rapport des données théoriques fondamentales du monde des émulsions, une idée sur le plan de mélange et son intérêt dans la formulation pour finir par une étude de l'huile d'argan qui fera l'objet de notre deuxième partie.
- ✓ Dans la seconde partie l'intérêt se dirige vers la pratique, où l'objectif est de bénéficier du savoir acquis lors de la recherche bibliographique pour la formulation d'une émulsion qui présente le caractère en question «la stabilité ».

## **Chapitre I :L'étude bibliographique**

- ✓ **Première partie : Les émulsions**
- ✓ **Deuxième partie : Le plan de mélange**
- ✓ **Troisième partie : L'huile d'argan au Maroc**

# Première partie : Les émulsions

## I Définition

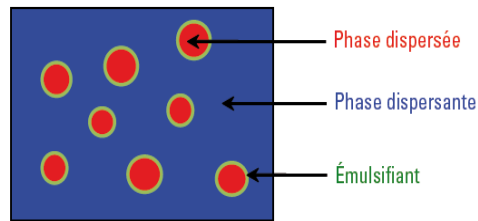
Une émulsion est une dispersion homogène sur le plan macroscopique, d'un liquide en fines gouttelettes dans un autre liquide, où les deux sont non miscibles.

Il s'agit donc d'une dispersion de gouttelettes de l'une des phases dans l'autre, on distingue :

- ✓ Un liquide sous forme de fines gouttelettes dispersées, discontinu ou « phase interne ».
- ✓ Un liquide dispersant, continu ou « phase externe ». (1, 11, 23, 27,32).

L'IUPAC (international union of pure and applied chemistry) rajoute à cette définition que même la dispersion des cristaux liquides (la combinaison des propriétés à la fois d'un liquide conventionnel et d'un solide cristallisé) peut-être aussi définie comme une émulsion.

Pour que l'émulsion soit durable (c'est-à-dire que l'état dispersé demeure lorsque l'agitation cesse) il est nécessaire d'utiliser un agent émulsionnant ou émulsifiant (Figure 1). Son rôle dans la préparation est de stabiliser le système en évitant les phénomènes de dégradation (11, 16, 18, 27,32).



**Figure 1: La représentation d'une émulsion avec un émulsifiant (1)**

Les deux phases non miscibles, généralement une hydrophobe et l'autre hydrophile. Connaissant leur nature et leur composition peuvent nous renseigner sur la nature et la classification de l'émulsion (11, 18, 23).

Une émulsion doit pouvoir répondre à un certain nombre de critères :

- ✓ La possibilité d'identification de la phase interne et externe (sens de l'émulsion).
- ✓ La taille et la distribution des gouttelettes : Généralement supérieur à un micron.
- ✓ La concentration de la phase dispersée : Souvent élevée, avec une viscosité et une conductivité totalement différentes de celles de l'émulsion
- ✓ La Rhéologie : Une combinaison assez compliquée, visqueuse si écoulée, élastique en cas de mouvement mineur et viscoélastique lors d'un mouvement majeur.
- ✓ Les propriétés électrique : Utile pour la caractérisation de la structure (3, 5, 7).

## II Classification

Par définition l'émulsion est une dispersion de deux phases, c'est la nature et la composition de ces deux phases qui influencent la classification.

Avant de commencer la classification des émulsions, il est important de mentionner qu'on commence toujours par le symbole qui désigne la phase dispersée au niveau des symboles H/L ou W/O. (1,32)

### 1 Classification basée sur la nature de la phase dispersée

La nature de la phase dispersée permet d'établir la différence entre :

#### a) Émulsion simple

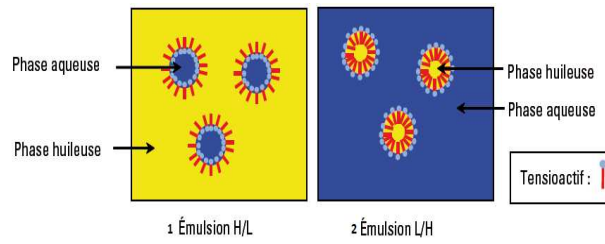
C'est un liquide monophasique dispersé dans un autre liquide (Figure2), on distingue (3, 11, 17, 23) [Tableau 1]

-**Émulsion simple** : Il s'agit de gouttes d'eau dispersées dans l'huile (Figure 2.1)

-**Émulsion inverse** : Il s'agit de gouttelettes d'huile dispersées dans l'eau (Figure 2.2)

**Tableau 1: Les deux types d'émulsions simples (32)**

Sens de l'émulsion	Phase dispersé	Phase dispersante	symbole
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Emulsion huile dans eau</li> <li>➤ Emulsion de type aqueux</li> <li>➤ Emulsion a eau externe</li> </ul>	Lipophile	hydrophile	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ L/H</li> <li>➤ O/W</li> <li>➤ H/E</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Emulsion eau dans huile</li> <li>➤ Emulsion de type huileux</li> <li>➤ Emulsion a huile externe</li> </ul>	Hydrophile	Lipophile	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ H/L</li> <li>➤ W/O</li> <li>➤ E/H</li> </ul>



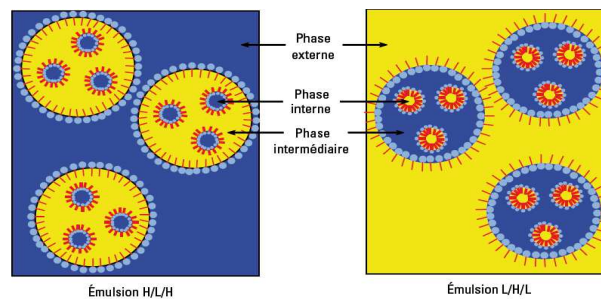
**Figure 2 : Les deux types d'émulsions simples (1)**

**b) Emulsion multiple:**

Il s'agit de l'émulsion d'émulsions ou dispersion d'émulsion (Figure3)

**Emulsion H/L/H :** C'est la dispersion d'une émulsion H/L dans une phase aqueuse.

**Emulsion L/H/L :** C'est la dispersion d'une émulsion L/H dans une phase huileuse (1, 17,32).



**Figure 3: Les deux types d'émulsions multiples (1)**

## 2 Classification basée sur la taille des gouttelettes

En fonction de la taille moyenne des gouttelettes de la phase dispersée [Tableau2], différentes émulsions peuvent être distinguées (3, 4, 22,32) :

**Tableau 2 : Classification basée sur la taille des gouttelettes (3, 22)**

Type	Taille des gouttelettes	Caractéristique
Macro émulsion ou émulsion	1 à 10 $\mu\text{m}$	Un liquide immiscible dispersé dans un autre liquide sous forme de gouttes, une émulsion grossière à aspect blanc laiteux.
Mini émulsions ou nano émulsions	0.1 à 1 $\mu\text{m}$	Emulsion blanche dont le diamètre varie entre 0.5-1 $\mu\text{m}$ . Emulsion grise dont le diamètre varie entre 0.1-0.5 $\mu\text{m}$ .
Microémulsion ou emulsoïdes	$\leq 0.1\mu\text{m}$	La dispersion est doté d'une thermodynamique stable, transparente à semi-transparente

# III Les tensioactifs

## 1 Introduction

Le terme émulsion désigne un système qui comprend au moins deux liquides dont l'un est dispersé dans l'autre sous une forme plus ou moins instable.

En pratique, elles présentent une stabilité cinétique remarquable qui peut atteindre plusieurs années, une stabilité obtenue par l'utilisation des tensioactifs dans leurs formulations.

Un tensioactif, connu aussi sous différents noms tels que détergent, émulsifiant, agent mouillant ou encore surfactant est une substance chimique bien particulière. Il s'agit d'une substance amphiphile, c'est-à-dire qu'il présente deux parties de polarités différentes, l'une est lipophile, constituée d'une chaîne hydrocarbonée et apolaire, et l'autre est hydrophile, contenant des hétéroatomes (O, P, S et N) polaires.

À la fois soluble dans l'eau et dans les huiles hydrocarbonées ou végétales, les tensioactifs confèrent à l'émulsion sa stabilité, en réduisant la tension interfaciale (d'où vient leur nom).

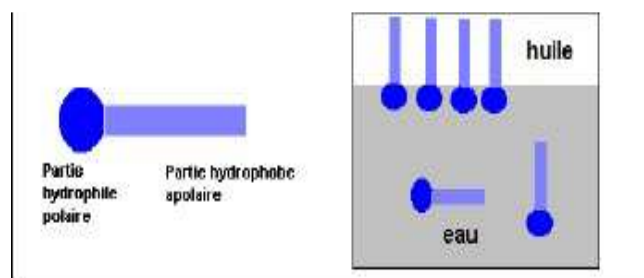
En effet, les propriétés d'adsorption à l'interface liquide/liquide ou liquide/gaz permet l'utilisation des tensioactifs dans différentes activités industrielles y compris l'industrie pharmaceutique (2, 4, 5, 6, 7, 10,32).

## 2 Composition

La molécule tensioactive, d'origine naturelle ou synthétique, se compose conjointement d'une partie hydrophile et d'une autre hydrophobe (figure4) ce qui lui confère son caractère amphiphile.

Sa composition est la suivante :

- ✓ Un groupe polaire fonctionnel qui se compose d'hétéroatomes d'oxygène, de soufre, d'azote ou de phosphore. La partie polaire est dite hydrophile et présente donc une affinité pour l'eau.
- ✓ Un groupe apolaire généralement sous forme d'une chaîne hydrocarbonée de type alkyle ou alkylbenzène, soit fixé directement sur le groupe polaire ou par l'intermédiaire d'un noyau aromatique. Le groupe apolaire est hydrophobe, présente une affinité pour les solvants organique. (4, 5,8).



**Figure 4: Le principe des tensioactifs (32)**

### **3 Propriétés physico-chimique des tensioactifs**

#### **a) La stabilité**

L'émulsion est un système instable d'un point de vue thermodynamique, car sa stabilité est cinétique, fortement liée à la physico-chimie du système.

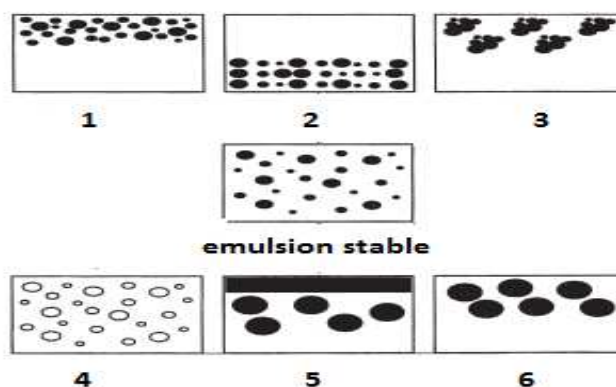
Le formulateur vise par l'ajout du tensioactif à inhiber ou plutôt à ralentir la démixtion, qui peut être provoquée par les différents mécanismes physiques de rupture, à savoir (6, 21, 23,32) :

### **La migration des gouttes:**

- ✓ Le crémage et la sédimentation : Les deux phénomènes qui résultent de la différence de densité entre les deux phases sous l'influence de la pesanteur. C'est la phase la plus dense se dirige vers le bas (Figure 5.2) ou la phase la moins dense vers le haut (Figure 5.1), Il s'agit donc d'un processus facilement réversible par une simple agitation.
- ✓ La floculation : C'est le résultat d'une force d'attraction entre les gouttes, chose qui aboutit à la formation de "super-gouttes" dont la taille est supérieure aux gouttes précédemment formées du coup la floculation peut-être réversible ou irréversible (Figure 5.3).

### **La variation de la taille des gouttelettes :**

- ✓ Inversion de phase : c'est le processus où se passent des échanges entre la phase dispersée et le milieu (Figure 5.4) par exemple une émulsion H/E se transforme avec le temps à une émulsion E/H.
- ✓ Murissement d'Ostwald : un processus thermodynamique qui dépend de la granulométrie (Figure 5.6), il consiste à la diffusion de petites gouttes de la phase dispersée dans les plus grosses.
- ✓ Coalescence : c'est la dégradation proprement dite d'une émulsion pour revenir à un système diphasique de départ (Figure 5.5), le principe consiste à une fusion de deux gouttes qui se répètent successivement (6, 11, 14, 21).



**Figure 5: Les principaux mécanismes de déstabilisation d'une émulsion (1)**

### **b) La concentration micellaire critique ' CMC'**

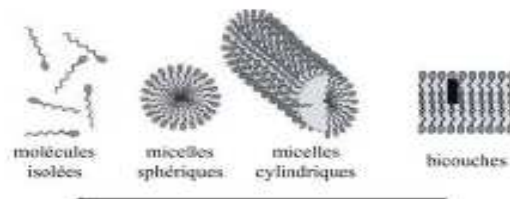
C'est la concentration exacte de tensioactif qui permet le début de la formation des micelles (une auto-association des composés du tensioactif), il s'agit de la concentration en tensioactif où toutes les interfaces sont saturées en monomères.

Les molécules utilisées forment des micelles géantes (Figure6) qui s'enchevêtrent comme des polymères afin de rendre la solution visqueuse

La CMC présente les caractères suivants :

- ✓ La valeur du CMC est une caractéristique du tensioactif, qui dépend de sa nature chimique (la longueur de la chaîne lipophile ainsi que la nature de la tête polaire) mais varie aussi en fonction de la température et la concentration en électrolytes.

- ✓ Les micelles formées sont de deux types en fonction du solvant, soit directes (solvant polaire) ou inverses (solvant apolaire).
- ✓ La valeur de la CMC est proportionnelle au caractère hydrophile du tensioactif.
- ✓ Les micelles peuvent prendre la forme de cylindre, vésicules ou Bicouche (4,5, 7, 8, 21,32).

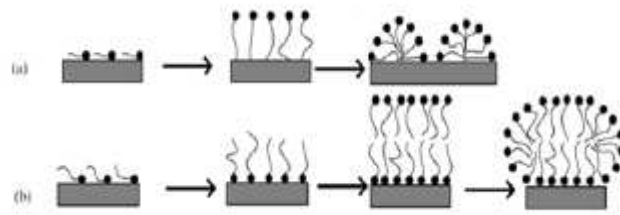


**Figure 6: Les présentations des micelles (8)**

### c) Adsorption et désorption

**L'adsorption** : Un phénomène spontané, qui produit une diminution de l'énergie libre du système lors de l'ajout d'une quantité de tensioactif à un certain volume d'eau. De façon systématique, la partie hydrophile s'introduit dans l'eau (Figure7) et la partie lipophile reste en dehors de l'eau, les molécules forment un film monomoléculaire qui aboutit à une diminution de la tension à la surface d'eau allant de  $72 \text{ mNm}^{-1}$  avant l'adsorption à environ  $30\text{-}40 \text{ mNm}^{-1}$ .

**La désorption** : Un phénomène dynamique qui s'oppose L'adsorption, car de l'autre côté du tensioactif se trouve la partie lipophile, cette dernière est en dehors de l'eau, cependant elle va subir des collisions avec d'autres molécules afin de repasser en solution (4,5, 7, 21).



**Figure 7: -a : Agent de surface adsorbe sur des surfaces apolaires  
-b : Agent de surface adsorbe sur des surfaces polaires (4)**

Cette énergie d'adsorption et de désorption est de l'ordre de l'énergie thermique, définie selon la relation ' $K_b T$ '

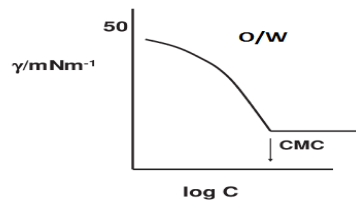
Avec

- $K_b$  : La constante de Boltzmann.

- $T$  : La température absolue.

Ceci signifie que ces deux phénomènes vont se poursuivre jusqu'à l'atteinte d'un état d'équilibre, vu l'existence d'une relation thermodynamique entre la tension Interfaciale  $\gamma$  est la concentration ' $C$ ' du tensioactif adsorbé (Figure 8) comme l'a pu le démontrer Gibbs selon l'équation suivante. (7, 21,32).

$$\gamma = \text{constante} \times \log (C)$$



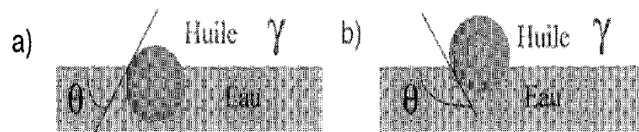
**Figure 8: La tension interfaciale en fonction de la concentration adsorbée en tensioactif (21)**

#### **d) La mouillabilité**

Les caractères physico-chimiques précédemment cités peuvent nous définir une émulsion comme un ensemble de gouttelettes, tapissées par des molécules tensioactives, dans une phase continue et qui contient à son tour un excès de molécules tensioactives (au moins à une concentration égale à la CMC).

En effet, la phase continue constitue un réservoir en tensioactifs où un équilibre dynamique est instauré entre le volume et l'interface (l'objectif de l'introduction de ces molécules est de retrouver cet équilibre).

Tout cela induit à la mouillabilité de ces particules, car l'adsorption d'une particule à l'interface est en fonction de sa mouillabilité. Une fois la particule est adsorbée l'angle de contact  $\theta$  (Figure 9) fera l'interface eau-huile (5, 17, 21).



**Figure 9: L'angle de contact d'une particule adsorbée à l'interface (17)**

- a) mouillage par la phase aqueuse**
- b) mouillage par la phase huileuse**

Il est à considérer que l'angle  $\theta$  est un analogue de la balance HLB (voir page 30) pour les tensioactifs, il s'agit d'une règle permettant de distinguer le sens de l'émulsion selon la valeur de l'angle  $\theta$ . La phase continue est celle qui mouille préférentiellement les particules :

- ✓ L'angle  $\theta$  est inférieur à  $90^\circ$  : la phase continue est l'huile donc l'émulsion sera directe eau-dans-huile ou E/H (figure 2.1)
- ✓ L'angle  $\theta$  est supérieur à  $90^\circ$  : la phase continue est l'eau, l'émulsion sera inverse huile-dans-eau ou H/E (figure 2.2) (3, 11, 17).

#### **4 Classification**

Tout comme les émulsions, la classification des tensioactifs est basée sur plusieurs caractères à savoir :

- ✓ La nature de la tête polaire (non ionique, anionique, cationique ou amphotère)  
Il s'agit du classement le plus rationnel utilisé.
- ✓ La longueur de la partie lipophile, permet de différencier les agents mouillants (c8-c10), les détergents (c12-c18), et les émulsionnants ou adoucissants.
- ✓ L'origine : naturelle ou synthétique.

Selon la structure des tensioactifs (figure 4) la molécule du tensioactif se compose d'une tête polaire et hydrophile dont la nature nous permet de classer les tensioactifs en quatre classes (4, 5, 7, 10).

##### **a) Les tensioactifs anioniques :**

Ces tensioactifs possèdent un ou plusieurs groupements fonctionnels qui s'ionisent en milieu aqueux formant ainsi des ions chargés négativement.

Ces molécules ont des inconvénients tels que l'irritation, la réaction qu'en milieu alcalin et l'incompatibilité avec des tensioactifs cationiques.

Les tensioactifs anioniques regroupent trois catégories :

**Les savons** : La partie hydrophile est un sel de sodium ou de potassium d'un acide carboxylique, peuvent être des savons alcalins qui permettent l'obtention des émulsions L/H, ou des savons métalliques qui permettent l'obtention des émulsions H/L.

**Les dérivés sulfatés** : Ils proviennent de la sulfatation d'un alcool, répondant à la formule générale suivante :  $R-OSO_3Na$ .

Un pouvoir moussant très élevé mis à profit dans la préparation des shampoings et des bains moussants. Ils orientent les émulsions dans le sens L/H.

**Les dérivés sulfonés** : Les plus utilisées dans les formulations détergentes, répondant à la formule générale suivante :  $R-SO_3 Na$ .

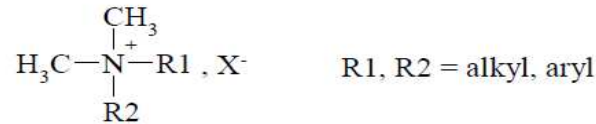
Ils orientent aussi vers les émulsions L/H (4,5, 10).

#### **b) Les tensioactifs cationiques :**

Ces molécules possèdent également un ou plusieurs groupements fonctionnels, qui s'ionisent en milieu aqueux pour former des ions chargés positivement, ayant des inconvénients tels que l'irritation (beaucoup plus que les tensioactifs anioniques), la réaction qu'en milieu acide ainsi que leurs incompatibilités avec les tensioactifs anioniques (5, 24)

## Les sels d'ammonium quaternaires :

Les plus répandus qui se présentent selon (figure10)



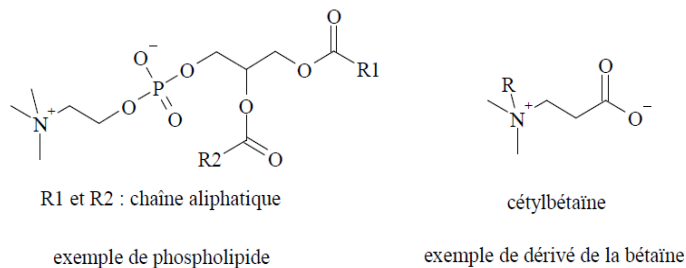
**Figure 10: La structure des sels ammonium quaternaires(10)**

## Les sels d'amine

### c) Les tensioactifs amphotères

Une association des charges anioniques et cationiques dans une seule espèce chimique appelée <<witterionique>>, capable de libérer un ion positif ou négatif selon le pH, possèdent une HLB très élevée.

Les tensioactifs amphotères (Figure11) sont utilisés comme détergents, le plus souvent des dérivés de la bétaine ou des phospholipides. (5)



**Figure 11: Les tensioactifs amphotères (10)**

Les avantages des tensioactifs amphotères sont :

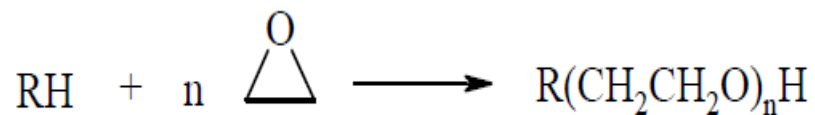
- ✓ La stabilité a tous les pH.
- ✓ Ils présentent moins d'incompatibilités que les précédents.

En revanche ces tensioactifs sont légèrement irritants vu qu'ils associent à la fois les inconvénients des tensioactifs anionique et cationique. (5,24).

**d) Les tensioactifs non ioniques :**

Le groupe de tensioactifs les plus important, car il comporte des substances naturelles (stéroïls, saponines) et de nombreuses substances de synthèse.

Ces agents ne donnent aucun ion en solution aqueuse, leur caractère hydrophile provient de la présence dans leurs molécules de groupements polaires comme l'éther, alcool ou même amine, 90% de ces molécules (figure 12) sont obtenues par polycondensation de molécules d'oxyde d'éthylène sur un composé à hydrogène mobile, selon la réaction suivante(5).



**Figure 12: La réaction de synthèse de tensioactifs non ionique (10)**

Ces substances présentent les propriétés suivantes :

- ✓ Stable et actif a tous les pH
- ✓ Compatible avec les trois classes de tensioactifs
- ✓ Relativement moins irritant par rapport aux autres classes de tensioactifs, notamment ceux qui possèdent une chaîne hydrocarbonée longue

Les tensioactifs non ionique sont classés selon :

**Les tensioactifs à liaison ester :** Possèdent la formule générale suivante : R COOR'

- ✓ R = chaîne lipophile d'un acide gras de C<sub>12</sub> à C<sub>18</sub>
- ✓ R' = partie hydrophile en général polyalcool

Cette catégorie regroupe plusieurs tensioactifs :

- ✓ Monostéarate de glycérol
- ✓ Esters de sorbitanne
- ✓ Les esters de sorbitanne polyhydroxyéthylés

**Les tensioactifs à liaison éther :** La formule générale est  $ROR'$

- ✓ Les tensioactifs à liaison amide : C'est le groupe le moins important qui contient les amides polyhydroxyéthylés
- ✓ Les copolymères d'oxydes d'alkylène : L'addition d'une substance dite initiatrice pouvant contenir un à huit groupements fonctionnels (5,10).

## **IV Formulation d'une émulsion :**

### **1 Introduction**

La fabrication des émulsions est connue depuis l'Antiquité, mais les études scientifiques ne datent que depuis le début du vingtième siècle. Depuis cette date l'utilisation des émulsions dans plusieurs domaines a connu une ampleur extraordinaire.

Généralement, un développement et une production efficace de produits à base d'émulsion de haute qualité dépendent d'une profonde connaissance des propriétés physico-chimiques et de stabilité des émulsions.

L'objectif de l'émulsification est de transformer ce mélange instable thermodynamiquement à un produit qui doit présenter une stabilité remarquable, pouvant atteindre plusieurs années.

Généralement le processus se décompose en deux grandes étapes, une première qui consiste en une simple mise en suspension de gouttelettes de la phase dispersée dans la phase continue, autrement dit la pré-émulsification. Suivi d'une seconde étape dite l'homogénéisation, qui a pour but de réduire la taille des gouttelettes dispersées, afin d'éviter la séparation des deux phases mélangées et assurer ainsi la stabilité du produit.

Une émulsion est un système hors équilibre, le respect du mode opératoire est essentiel pour l'obtention du résultat désiré. Aussi, il est nécessaire de penser à l'industrialisation, avant de commencer la réalisation des étapes du mode opératoire au niveau du laboratoire, vu que certaines étapes ne sont pas toujours possibles au niveau industriel.

C'est pour cela qu'il est impératif dès le début de l'expérience de désigner, documenter et de respecter une stratégie de formulation, comme l'ordre d'introduction des constituants, les températures à respecter, les types d'agitateurs et les vitesses d'agitation.

Le mode opératoire est essentiel à la réussite de la réalisation de l'émulsion, car même avec les mêmes constituants et les mêmes appareils, deux modes opératoires différents peuvent aboutir à des résultats radicalement différents (6, 11,17, 20,23, 26).

## **2 Les variables de formulation**

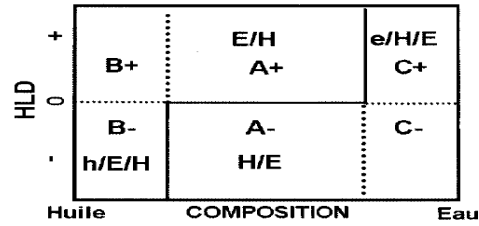
La formulation d'une émulsion nécessite avant tout la détermination de trois types de variable, à savoir :

### **a) Variable de composition**

Les variables extensives associées à la détermination de la composition de l'émulsion, les plus communément utilisés sont la concentration en tensioactifs et le rapport WOR eau/huile (en anglais : water in oil ratio).

Ces données peuvent être représentées sur un diagramme ternaire, exigeant des expériences pour l'obtention de la combinaison la plus stable des trois constituants d'une émulsion.

Il est actuellement possible de représenter les différentes situations résultantes pour les systèmes eau-huile-tensioactif (Figure13) sur la carte formulation-composition (11, 12, 19).



**Figure 13:La carte bidimensionnelle formulation-composition(11,32)**

\*HLD : hydrophile-lipophile-différence

Les deux régions dites anormales  $C^+$  et  $B^-$  sont particulièrement intéressantes, puisqu'elles permettent l'obtention des émulsions multiples par simple apport d'énergie mécanique (une simple agitation) (17, 19).

#### **b) Variable de formulation physico-chimique**

Il s'agit des variables intensives (indépendants des concentrations) ou post-émulsification qui comprend les paramètres physiques (pression et température) et chimiques (nature des constituants principaux et additifs).

Le protocole expérimental suivi lors de la formulation doit être respecté, afin de retrouver de bons résultats. Ce protocole comprend aussi les paramètres physiques tels que la température et la pression qui ont certainement une grande influence sur la taille des gouttelettes dispersées, un élément-clé dans la caractérisation des émulsions.

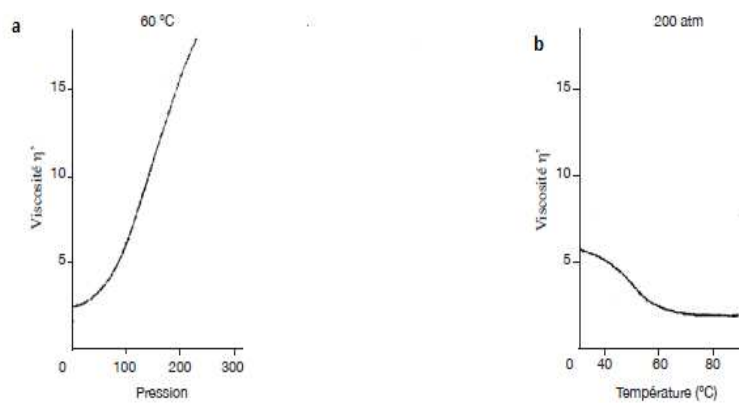
D'une part, les conditions d'homogénéisation peuvent avoir un impact important sur la rhéologie des émulsions, car une simple augmentation de la pression d'homogénéisation se traduit par une augmentation de la viscosité (Figure14a).

La quantité introduite en tensioactif devient insuffisante, vu la formation d'un groupe de gouttelettes partageant la même molécule de tensioactifs. Ce qui révèle l'importance d'une pression optimum d'homogénéisation pour chaque produit.

D'autre part, la température peut aussi avoir un impact sur la taille des gouttelettes, la diminution de la température peut induire la maturation des émulsions (exemple de 24 heures à 4°C). On note également une augmentation remarquable de la viscosité lors d'une baisse de température.

L'augmentation de la viscosité (Figure 14b) est due à différents facteurs :

- ✓ La variation de la viscosité de la phase aqueuse
- ✓ Un changement de fraction volumique du corps dissous ou
- ✓ Une augmentation de la concentration de gouttelettes et/ou la variation de leurs tailles. (11, 12, 19).



**Figure 14: évolution de la viscosité fonction de :  
(a) la pression, (b) la température (19)**

### c) Variable mécanique

Les variables en relation avec le protocole d'émulsification : l'ordre d'incorporation des composants, la géométrie du dispositif d'agitation ainsi que la vitesse d'agitation.

L'émulsification est le procédé qui permet de disperser un liquide sous forme de gouttelettes dans un autre liquide non miscible, via la création d'interfaces, cela implique donc la déformation puis la fragmentation d'une goutte en plusieurs (au moins deux gouttes).

Le type du procédé d'émulsification, ainsi que les conditions opératoires de l'émulsification affectent fortement la qualité du produit et sa stabilité. La taille et la distribution des gouttelettes dépendent en premier temps de la durée de résidence dans la zone d'émulsification, de l'énergie mise en œuvre ainsi que de la géométrie (design) du système d'émulsification (11, 19, 20).

Il existe actuellement plusieurs systèmes d'émulsification classés selon le régime d'écoulement durant la fragmentation telle que le rotor/stator mixeur ou les procédés dits à haute pression [tableau 3]

**Tableau 3: Les caractéristiques des systèmes d'émulsification(19)**

	Rotor/stator	Homogénéiseur à haute pression
Mécanisme de rupture	Forces de cisaillement (écoulement laminaire et turbulent)	Cavitation (écoulement laminaire extensionnel)
Temps de résidence	0.1 à 1 seconde	0.1 à 3 ms
Densité d'énergie	Faibles à élevés	Moyennes à élevés
Taille minimum des gouttelettes	1 $\mu$ m	0.1 $\mu$ m
Type d'émulsion	Macro-émulsions	Microémulsions

Il est à constaté que le processus de formulation des émulsions est complexe et délicat, car il s'agit d'une échelle de quelque microseconde (21,23).

### **3 Les concepts de formulation**

La formulation des émulsions a suscité de nombreuses études durant le vingtième siècle, ce qui a conduit au développement de plusieurs concepts commençant par Bancroft en 1913, en passant par Griffin en 1949 arrivant jusqu'à Winsor en 1954 (11,32).

Au début, c'est Bancroft qui était le premier à proposer une règle empirique, qui consiste à la détermination de la phase dispersante et dispersée, selon la solubilité du tensioactif dans les deux phases.

Pour une émulsion constituée de deux phase "A" et "B", la phase "A" est dite dispersante si le tensioactif est plus soluble dans cette phase que dans la phase "B" (11,21).

C'est par la suite que Griffin en 1949, va proposer la notion du HLB (en anglais hydrophilic lipophilic balance) étant la première expression numérique du concept de formulation des systèmes de dispersion. Visant à mettre en évidence l'équilibre entre les deux tendances de l'agent tensioactifs, ainsi que son affinité pour les deux phases de la dispersion (2,5, 11, 12).

Comme précédemment cité, la formulation d'une émulsion nécessite en premier lieu le choix des variables de composition, y compris le tensioactif où le formateur est censé choisir entre une centaine de tensioactifs disponibles afin d'avoir la préparation la plus stable, donc le choix du tensioactif est une étape clé dans la réalisation de l'émulsion que l'on veut formuler.

La concentration en tensioactif est un paramètre très important, le formulateur cherche systématiquement à saturer toutes les interfaces de la phase dispersée.

Une erreur à ce niveau va mener à la préparation d'émulsions dont la formule et/ou la proportion sont à la base mal choisie ou mal calculée (12, 18, 21).

C'est pour cette raison que Griffin a proposé le système HLB, qui permet d'attribuer une valeur à tous les constituants de l'émulsion. Ce système permet de choisir le tensioactif ayant l'HLB correspondant (la valeur dépend essentiellement du tensioactif sans prendre compte des autres constituants).

Le tensioactif choisi doit être impérativement soluble dans l'une des deux phases mais également s'adsorber rapidement dans l'autre, sans avoir des interactions néfastes les composants de l'émulsion en question.

Malgré son extrême simplicité, la formulation des émulsions par la méthode HLB reste encore très utilisée.

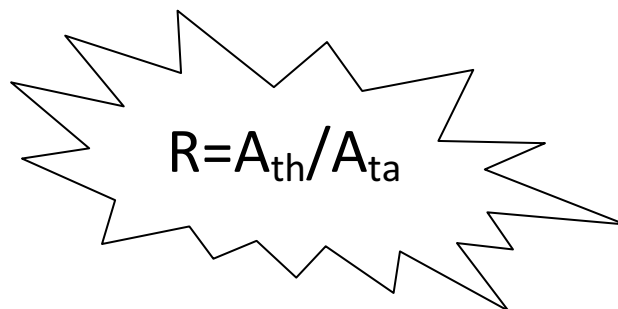
L'asymétrie de la molécule tensioactive (c'est-à-dire la différence entre la longueur de la chaîne carbonée et la taille de la tête polaire) permet de comprendre les caractéristiques de ces molécules amphiphiles [tableau 4] afin de pouvoir se prononcer que telle émulsion peut-être réalisé par tels type de tensioactif (18,11, 23).

**Tableau 4: Les valeurs HLB de surfactants et les fonctions associées(18,21)**

Valeur HLB	Fonction
3-6	Emulsifiant eau dans huile (E/H)
7-9	Agent mouillant
8-15	Emulsifiant huile dans eau (H/E)
12-15	Détergent
15-18	Solubilisant, hydrotrope

Ce concept a permis d'attribuer des valeurs à l'acide oléique (HLB=1), l'oléate de potassium (HLB=20), une valeur autour de 10 pour les tensioactifs dont les deux parties (hydrophile et lipophile) sont équilibrés, des valeurs entre 4-8 pour les tensioactifs présentant plus d'affinités à la phase huileuse et finalement des valeurs entre 12-16 pour les tensioactifs ayant plus d'affinités pour la phase aqueuse .

En 1954, Winsor propose à son tour un nouveau concept de formulation qui traduit les interactions des molécules de tensioactifs situés à l'interface des deux phases de la dispersion, il a pu présenter son concept sous le rapport R :


$$R = A_{th} / A_{ta}$$

Avec :

R : Le rapport de Winsor

$A_{TH}$  : Interaction des molécules à l'interface de l'huile

$A_{TA}$  : Interaction des molécules à l'interface de l'eau

À savoir que 'A' indique les interactions par unité d'air interfaciale ce qui implique que le changement de la valeur du rapport R ( $R < 1$  ou bien  $R > 1$ ) est toujours associé à un changement du comportement de phase, donc un changement d'une grande variété de propriété de l'émulsion en question. Il s'agit de tout un système [tableau 5] que Winsor a présenté à travers différents diagrammes (11, 12).

**Tableau 5: La présentation schématique des diagrammes de Winsor (11,32)**

Type	Définition	diagramme
1	<p>-Les conditions physico-chimiques ou les interactions TA-<sub>aq</sub> sont prédominants sur les interactions TA-<sub>he</sub> (<math>R &lt; 1</math>).</p> <p>-Une séparation de phase à l'équilibre, car d'une part il y aura une microémulsion TA-<sub>aq</sub> (de type micellaire) et d'autre part une phase huileuse presque pure.</p>	
2	<p>-Ce diagramme représente les conditions physico-chimiques ou les interactions TA-<sub>He</sub> sont prédominantes sur les interactions TA-<sub>aq</sub> (<math>R &gt; 1</math>)</p> <p>-Une séparation de phase à l'équilibre, les deux phases sont une microémulsion (type micellaire) riche en TA-<sub>He</sub> et une autre phase aqueuse presque pure</p>	
3	<p>-C'est le diagramme qui représente l'interaction du tensioactif avec les deux phases de façon égale, donc <math>R=1</math> chose qui permet d'avoir une région triphasique (3 φ) entourés de 3 régions binaires</p> <p>-A l'équilibre il y'aura une séparation de 3 phases :</p> <p>1/une phase moyenne, contient le tensioactif et se situe entre les 2 autres phases. Cette phase solubilise à la fois la phase aqueuse et huileuse</p> <p>2/une phase aqueuse presque pure</p> <p>3/ une phase huileuse presque pure</p>	

# **V émulsions instable, et techniques d'étude**

## **1 Introduction et exigences**

La distribution des gouttelettes au sein d'une émulsion est une caractéristique très importante, il reste nécessaire au formulateur de déterminer et de maîtriser cette distribution afin d'assurer la stabilité du système.

On arrive à inhiber ou plutôt à ralentir les mécanismes physiques responsables de la séparation de phases, une large variété de différentes techniques analytiques et des méthodes ont été développées pour caractériser les propriétés des émulsions et de leurs stabilités, pendant et après la production de manière à veiller à ce que leurs propriétés sont conformes aux critères prédéfini de qualité et / ou de prédire comment le produit final va se comporter pendant le stockage.

Les instruments analytiques et les méthodologies expérimentales sont nécessaires à des fins de recherche et de développement visant à élucider d'une part, la relation entre les caractéristiques des gouttelettes et physico-chimiques en vrac et d'autre part, les propriétés sensorielles des émulsions alimentaires, pharmaceutique et industriels tels que la stabilité, la texture, le goût, la consistance et l'apparence. (6,11, 26).

## **2-Les techniques d'étude de stabilité des émulsions**

### **a) L'observation visuelle**

Les systèmes d'émulsion ont toujours la problématique de séparation de phase due à l'instabilité thermodynamique expliquée précédemment, la force motrice de cette séparation de phase est la tension interfaciale à la surface des gouttelettes dispersées.

L'observation visuelle à l'œil nu est l'une des méthodes les plus classiques de l'étude de la stabilité des systèmes d'émulsions.

Le principe consiste à placer verticalement les différents échantillons dans des conditions de repos (figure 15), afin de déterminer leurs stabilités en fonction de la séparation de phase ou par une rupture totale en deux phases séparées par une couche de surfactant (26).



**Figure15 : Les différents aspects d'émulsion (26)**

Un paramètre visuel subjectif quantifié par l'indice de crémage "CI" (en anglais : creaming index) qui peut renseigner sur l'agrégation des gouttelettes dans la préparation en mesurant la hauteur de la préparation entière 'HE' et de la hauteur de la couche de sérum selon la formule suivante 'HS' (26)

$$CI = 100 \times \left( \frac{HS}{HE} \right)$$

Avec :

CI=indice de crémage.

HS= hauteur de la couche de sérum.

HE= hauteur de la préparation.

## **b) La turbidimétrie**

Une technique de mesure qui consiste à mesurer l'atténuation de la lumière diffusée par une suspension en fonction de la taille des particules dispersées

$$\tau = \frac{1}{L} \ln\left(\frac{I^{\circ}}{I}\right)$$

Avec :

L= longueur du trajet optique

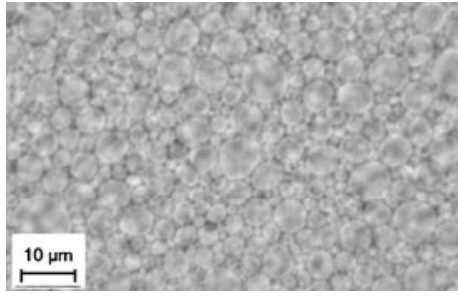
I<sup>0</sup>, I= les intensités lumineuses incidente et émergente

La turbidimétrie est une des techniques qui nous permettent de déterminer la taille moyenne des particules, une technique largement utilisée dans ces dernières cinquante années.

Cette technique nécessite l'utilisation d'instruments facilement mis en œuvre en industrie ou au laboratoire (6, 26).

## **c)La microscopie optique :**

La microscopie optique est basée sur la simple mesure de la taille des gouttelettes de distribution, d'un échantillon placé sur une lame de microscope. Cette technique permet aussi de prendre des photos, de façon numérique (Figure16) ou classique qui vont permettre par la suite de déterminer en précision la taille des gouttelettes (6, 11, 17, 25).



**Figure16:Image microscopique d'une émulsion concentrée(11)**

N.B : il est à préciser que la microscopie conventionnelle consiste à diluer les échantillons à 1 /100 ou 1/1000 puis de rajouter un fluorescent, une technique valable pour les gouttelettes de 100nm (6,25).

#### **d) La granulométrie thermique**

Une technique qui met en évidence la liaison entre la distribution granulométrique des gouttelettes au sein du système et leur température de congélation.

La thermo-granulométrie est applicable sur des échantillons très concentrés, sans dilution sur un système réel qu'on compare à la distribution d'autres échantillons étudiés par microscopie directe, des images obtenues sont analysées par un logiciel spécifique.

Cette technique permet de caractériser les émulsions même pour des systèmes concentrés. (6, 21, 25).

### e) Les techniques in situ

#### ❖ La diffusion dynamique de la lumière (DDL) :

La diffusion dynamique de la lumière, connue sous le nom de spectroscopie de corrélation est une technique largement utilisée lorsque le paramètre en question est la gouttelette dispersée, surtout dans la gamme submicronique.

Une technique simple où l'instrumentation est moderne, mais présente un inconvénient majeur, vu qu'il s'agit d'une technique conçue uniquement pour les systèmes dilués.

La technique est basée sur la mesure des fluctuations d'intensités de la lumière dispersée par les particules en suspension, cette mesure est ensuite liée à la taille des particules, selon l'équation de stokes-Einstein (6).

$$D = \frac{kT}{6\eta\pi R}$$

Avec

D : Coefficient de diffusion

T : Température absolue (K)

K : Constante de Boltzmann

$\eta$  : Viscosité de la solution (Pa.S)

R : Rayon des particules

❖ Réflectance laser (en anglais : Focused Beam Reflectance Measurement

FBRM) :

Les sondes basées sur la réflectance laser ont connu beaucoup de succès, vu la possibilité d'immerger la sonde dans la suspension ce qui permet pratiquement un suivi en ligne in situ.

Une diode laser émet un faisceau focalisé dans l'émulsion, dont la réflexion sur les particules émet un signal pulsé transmis au détecteur par fibre optique. À proximité de la diode laser une lentille soumise à une rotation excentrée permet la focalisation du faisceau émis (Figure 17).

Le nombre de cordes compté lors d'un balayage est représentatif du nombre des particules en suspension, chose qui permet de suivre l'évolution temporelle de la distribution des tailles des particules en suspension (6, 25).

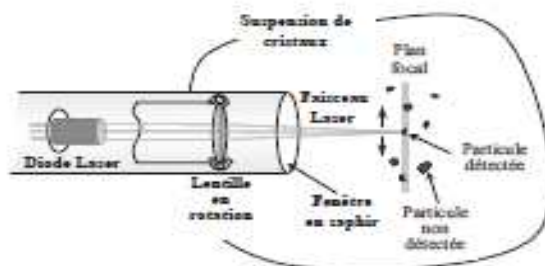


Figure 47: Schéma du principe de la sonde FBRM(6)

## **VI Applications des émulsions**

La présente étude a permis de bien cerner le sujet de l'émulsion, l'objectif est de bien comprendre les différentes contraintes de formulation, afin de se projeter vers des systèmes industriels dans lequel l'émulsion prend place.

Aujourd'hui l'utilisation des émulsions a pu atteindre différents domaines :

### **1 Les émulsions alimentaires**

Plusieurs aliments d'origine naturelle ou industrielle se compose partiellement ou totalement d'émulsions ou au moins au cours de leurs cycles de production à savoir la mayonnaise, les sauces, le café, le beurre et les boissons de fruits (21,32).

### **2 La cosmétologie :**

Tels que les crèmes à main, les lotions, les laques et les crèmes solaires (21, 28).

### **3 L'industrie pharmaceutique :**

Il s'agit du domaine qui nous intéresse le plus dans le cadre de cette étude, il consiste à augmenter l'absorption des huiles à travers la barrière intestinale, la peau et les tissus.

Les différentes voies d'administration sont:

- ✓ La voie orale : Elle permet d'améliorer l'appétence des huiles à voie orale
- ✓ La voie intramusculaire : Assure la libération prolongée du produit administré
- ✓ La voie intraveineuse : possibilité d'utilisation par voie parentérale dans le double rôle de fournir à l'organisme une source de calories et d'acides gras.

La taille du globule (moins de 1µm) permet d'éviter les embolies.

- ✓ La voie rectale : le traitement chronique de la constipation.

✓ La voie locale :

- **L'émulsion H/E** : moins grasseuse, facile à laver et présente des caractères plus acceptables d'un point de vue cosmétique.
- **L'émulsion E/H** : Effet hydratant, utilisé pour le ramollissement de la peau sèche ainsi que la prévention des fissures de la peau (21, 28,32).

#### **4 La peinture**

Les deux exemples d'utilisation d'émulsion dans le domaine de la peinture sont l'émulsion de résines d'alkyde et l'émulsion de latex (21)

#### **5 Les formules du lavage à sec :**

Il s'agit des gouttelettes d'eau dispersée dans une huile de lavage nécessaire pour nettoyer salissures et les argiles (21, 28).

## VII Conclusion

Ce chapitre a été entièrement consacré à l'étude des émulsions sous ses différentes propriétés et exigences, la recherche autour de la formulation des émulsions a permis de mettre le point sur l'influence de chaque paramètre sur les propriétés physico-chimiques des émulsions, dans l'objectif d'analyser et de comprendre l'origine des concepts de la doctrine.

Plusieurs études ont été développées ces dernières années, Afin de pouvoir bien comprendre ce système et les facteurs provoquant sa démixtion. Aujourd'hui les produits à base d'émulsions sont dotés d'une résistance aux facteurs impliquant la rupture de phases et d'une stabilité pouvant atteindre plusieurs années.

Il est devenu nécessaire de bien comprendre les voies technologiques qui permettent l'obtention de propriétés maîtrisées, adaptées aux applications souhaitées. Pour répondre aux besoins actuels et futurs du consommateur auquel l'émulsion est destinée.

Enfin, le marché des émulsions orienté vers le domaine pharmaceutique se développe de manière considérable et devient de plus en plus spécifique par rapport aux propriétés attendues des émulsions.

# Deuxième partie : Les plans de mélange

## I Introduction

Les plans de mélange servent à organiser le mieux des expériences pouvant accompagner une recherche scientifique, cela permet d'éviter des expériences inutiles.

L'objectif est d'obtenir le plus tôt possible, un maximum de réponses, ayant la meilleure précision possible, mais avec un minimum d'essais réalisés.

La solution est l'utilisation de règles mathématiques et une démarche rigoureuse dont l'objectif est d'établir un lien entre une grandeur A et grandeur B (dans le cas des émulsions, c'est les constituants du mélange).

L'objectif de cette partie du travail, est de traiter les plans de mélange et leurs intérêts dans la formulation des émulsions.

Commençant par la problématique fondamentale des mélanges, qui impose de faire appel aux plans de mélange. En passant par une étude générale des plans de mélange sous ses différents aspects, pour finir par une illustration graphique des résultats qui permettent de visualiser l'intérêt d'utilisation des plans de mélange (9, 13).

## II Contrainte fondamentale des mélanges

Les plans d'expérience classique ont l'avantage de l'indépendance des facteurs l'un de l'autre, cela signifie que le choix du niveau d'un facteur reste libre, vu qu'il est indépendant des autres facteurs.

Dans le cas d'un mélange la somme des teneurs d'un nombre 'n' de constituants satisfait la relation :

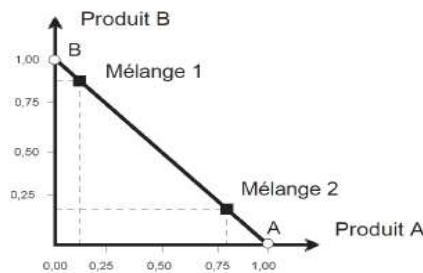
$$\sum_{i=1}^{i=n} = 100\%$$

Les facteurs d'un mélange sont ces constituants, chose qui élimine la liberté du choix des niveaux des facteurs, car nous étudions les réponses en fonction de la différence des proportions du mélange (9).

### III Représentation géométrique des plans de mélange

#### 1 Mélange binaire

Les mélanges à deux constituants (Figure18) sont représentés par les points du segment (AB) d'une droite (9,13).

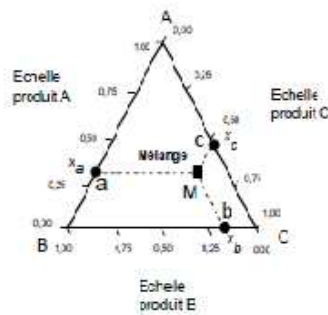


**Figure18:La représentation d'un mélange a deux constituants (9)**

#### 2 Mélange ternaires

Dans le cas d'un mélange ternaire, c'est un triangle équilatéral (Figure 19) qui représente les mélanges, les produits purs sont aux sommets du triangle. À savoir que même sur ce plan les mélanges à deux constituants sont représentables sur l'un des côtés du triangle.

Par exemple le côté gauche du triangle représente le mélange des deux produits A et B, la composition de chaque produit se lit sur chaque côté du triangle (9, 13).

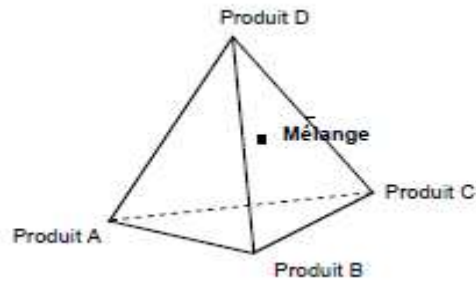


**Figure19:La représentation d'un mélange a trois constituants(13)**

Chaque point dans la surface du triangle présente une possible combinaison du mélange, la propriété géométrique du triangle équilatéral élimine la contrainte fondamentale des mélanges, donc la somme des trois constituants sur n'importe quel point sur la surface du triangle est égale 1 (9, 13).

### 3 Mélange quaternaire

La représentation des mélanges à quatre constituants est une tétrade régulière, (Figure 20) s'il ya plus de quatre constituants, il est impossible de travailler par la méthode des plans de mélange, car il faut faire appel à des tableaux ou bien des coupes (9,13).



**Figure 50: La représentation des mélanges à quatre constituants(13)**

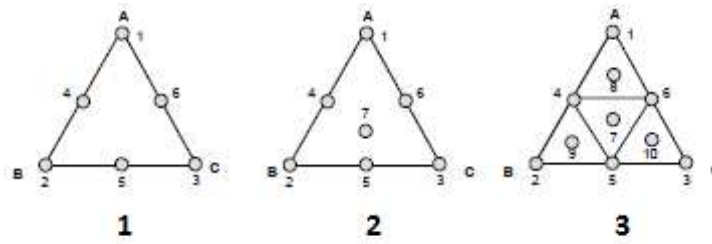
Tels que les mélanges ternaires, les produits purs sont au sommet de la tétrade, les mélanges binaires sont représentés sur les côtés, alors que les mélanges ternaires seront représentés par les faces de la tétrade qui sont des triangles équilatéraux.

#### **IV Emplacement des points expérimentaux**

Il existe plusieurs manières pour placer les points expérimentaux dans le domaine d'expérience, commençant par le plan en réseaux (Figure 21.1), où les points sont régulièrement repartis dans l'espace d'étude (en anglais : simplex lattice designs).

Les plans de mélanges centrés (figure 21.2) se distinguent par la présence systématique d'un point central où il y a autant de chacun des constituants du mélange.

Enfin, les plans de mélanges centrés augmentés qui sont à l'origine des plans de mélange centrés (Figure 21.3) auxquels on a ajoutés des centres gravitaires de chaque simplex unitaire (9).



**Figure 21: Les plans de mélange classique (13)**

## V plan de mélange optimal

Les plans de mélange sont un outil qui permet d'atteindre un maximum de résultats avec un minimum d'expérience possible, l'objectif est de gagner du temps et de réduire le coût de la tâche.

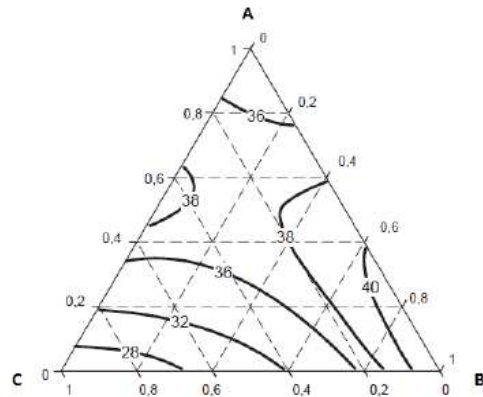
La description de l'emplacement des points d'expérience renseigne sur plusieurs aspects possibles des plans de mélange. Les plans d'expérience optimaux répondent alors au besoin d'effectuer un minimum d'essais.

Connu aussi sous le nom de 'plan sur mesure' (en anglais : custom design), ces plans estiment les effets avec une précision acceptable et assurent ainsi de réduire les essais prévus dans un plan classique, afin de réduire le budget ou le délai du travail.

Chose que les mathématiciens ont pu démontrer, car lorsque le déterminant atteint sa valeur maximale, on parle de la D-optimalité (9).

## VI illustration graphique des résultats

Le modèle obtenu doit être validé pour pouvoir l'utiliser permettant ainsi de tracer les courbes d'iso réponses (Figure 22) et permet d'avoir une idée sur les effets du changement des proportions de chaque constituant (9, 13).



**Figure 22: La représentation des courbes iso réponses sur un modèle vérifié(9)**

## Troisième partie : l'huile d'argan au Maroc

### I Introduction

L'huile d'argan est issue du fruit de l'arganier (*argania Spinosa*), Destinée à l'alimentation humaine mais aussi pour des usages thérapeutiques.

L'arganier est une sapotacée caractéristique du Sud-ouest marocain, (Figure23) il constitue la deuxième essence forestière du pays, après le chêne vert soit 14.25% de la forêt du Maroc. Elle se développe souvent dans des conditions écologiques très variées et souvent difficiles, sous forme de peuplement épars afin de constituer un vrai rempart contre l'érosion hydrique et éolienne qui menacent de désertification une bonne partie de la région

L'extraction de l'huile exige des conditions thermiques et des procédés traditionnels ou mécaniques ce qui lui confère ses critères de pureté et de qualité. La composition de l'huile est très riche en acides gras, triglycérides et stérols.

L'huile d'argan a une importance sur le point de vue nutritive mais aussi thérapeutique et socio-économique, il joue un rôle irremplaçable dans l'équilibre écologique et la préservation de la biodiversité (30, 31, 33, 36, 41,42).



**Figure 23:** *argania spinosa*(30)

## II botanique :

Un arbre endémique du Maroc surtout dans les régions au sud-ouest du pays entre Safi et Sidi Ifni (31, 36)

L'arganier est un arbre thermophile et xérophile, qui peut vivre de 150 à 200ans, sa taille à l'état adulte peut atteindre entre 8 à 10m de hauteur, le tronc est court et tourmenté ayant une grande couronne, son bois est dur, résistant et lourd avec des rameaux épineux aux extrémités.

Les feuilles sont subpersistantes, alternes ou fasciculées, ovales ou lancéolées atténuées à la base de chaque pétiole, de couleur verte clair, les fleurs sont blanches à jaune verdâtre, hermaphrodites qui apparaissent durant le printemps, des glomérules axillaires et sessiles, pentamères ayant des pétales soudés

Le fruit est une drupe de couleur jaune-brun à maturité, pouvant se présenter sur six formes différentes : fusiformes, ovale apicule, ovale, goutte, arrondie et globuleuse dont la taille varie entre 1 et 5 cm.

- Embranchement : spermaphytes
  - Sous-embranchement : angiosperme
- Classe : dicotylédone
  - Sous-classe : gamopétales
- Ordre : ébénales
- Famille : sapotacée
- Genre : argania
- Espèces : argania spinosa L.skeels
- Nom vulgaire : argan(Anglais), arganier (français). (31, 33, 34, 36, 37, 41, 42)

### III Extraction :

L'extraction de l'huile d'argan se fait par plusieurs méthodes à savoir :

#### 1 Traditionnelle :

L'extraction artisanale de l'huile d'argan est une tâche féminine qui se fait par plusieurs étapes.

Les femmes procèdent la récolte des fruits mûrs, ils sont séchés et soigneusement déulpés, en laissant les graines obtenues sécher à l'air dans des récipients sous chauffage doux.

Les noyaux récupérés sont refroidis puis broyés dans un moulin en pierre, (Figure24) pour obtenir une pâte brune qui sera mélangée par la suite avec de l'eau.

L'huile est obtenue par pétrissage continu de la pâte résultante toute en ajoutant des petites quantités d'eau tiède, (Figure25) jusqu'à l'obtention d'une huile limpide de goût de noisette.

Cette technique a un rendement de 30%, l'huile obtenue est d'une mauvaise préservation en raison de la qualité de l'eau ajoutée (35,41).



Figure 24 : Les noix pressées (30)



Figure 25 : La pate obtenue(30)

## 2 Mécanique

Une méthode appliquée récemment qui introduit des presses mécaniques, (Figure 26) permet l'extraction d'un litre d'huile en une demi-heure après l'obtention des graines, un rendement d'huile de 45% (35).



**Figure 66: Extraction mécanique (30)**

## 3 Extraction par un solvant

L'extraction de l'huile d'argan dans un but industriel se fait par un solvant volatil lipophile qui permet d'obtenir l'huile à une pureté de 50-55% (après évaporation).

L'huile obtenue possède des caractéristiques organoleptiques différentes de l'huile extraite par la méthode traditionnelle limitant le choix d'utilisation aux raisons cosmétique (35).

## IV Composition et application, quelle relation ?

L'arganier est une source de produits de grande valeur, qu'il s'agisse de l'huile d'argan ou des produits biologiquement actifs extraits de ses tissus.

Des produits intéressants en raison de la nature de leurs fractions glycériques (99 %) et insaponifiables (1 %) (36,42).

## **1 Une huile hydratante**

L'huile d'argan est très riche en acides gras insaturés qui s'introduisent dans les phospholipides membranaires hydratant ainsi la peau.

L'huile d'argan contient aussi l'acide linoléique ce qui lui confère des propriétés revitalisantes. Une simple carence en AGE (acides gras essentiels) cause un vieillissement cutané à l'origine de la perte d'élasticité de la peau et l'apparition des rides (36, 39).

## **2 Anti radicaux-libre**

Les tocophérols et les polyphénols sont des antioxydants naturels qui jouent un rôle primordial dans la conservation de l'huile, mais aussi dans la prévention de plusieurs maladies car il s'agit d'anti-radicaux libres.

L'huile d'argan contient environ 700mg/kg de tocophérols (en comparaison à l'huile d'olive 320mg/kg) représentés essentiellement par l'alpha-tocophérols connu sous le nom de la vitamine E (5%), le gamma tocophérols (83%) et le delta tocophérols (12%).

Alors que les polyphénols sont représentés dans l'huile d'argan par l'acide caféique et l'oleuropeine.

La production excessive de ces radicaux libre peut endommager l'ADN, initier certaines réactions en cascade comme la peroxydation lipidique.

Les radicaux libres sont aussi à l'origine de toute maladie dite neuro dégénérative (sclérose, parkinson et Alzheimer) la consommation de l'huile d'argan est l'alternative naturelle selon la vision des chercheurs en pharmacologie qui développent des médicaments anti-RL ou des antioxydants (33, 29,40).

### **3 Prévention des maladies cardiovasculaires :**

L'huile d'argan possède une activité hypocholestérolémiante prouvée par des tests cliniques, l'ingestion de l'huile d'argan permet de baisser le taux de cholestérol de 7.9% chez l'homme et 13.1% chez la femme au bout d'un mois de traitement, ainsi qu'une baisse en triglycérides.

A savoir aussi que l'huile d'argan est grâce à sa forte teneur en antioxydants protège les LDL contre l'oxydation étant l'étape clé dans la pathogénie de l'athérosclérose.

Pour conclure on va citer séparément les différents composants de l'huile d'argan qui s'est révélé intéressant en raison de la nature de ses fractions glycérique (99 %) et insaponifiable (1 %) (29,33, 41,42).

#### **❖ La fraction glycérique**

- Les principaux acides gras :
  - Acide palmitique (11.6%)
  - Acide stéarique (5.3%)
  - Acide oléique (43.2%)
  - Acide linoléique (38.1%)
  - Acide linoléique (0.1%)

#### **❖ la partie insaponifiable**

- Les tocophérols : 700mg/kg sous forme d'un mélange de :
  - Alpha-tocophérols (5%)
  - Gamma-tocophérols (83%)

- Delta-tocophérols (12%)
  
- Les phytostérols :
  - Schotténol (48%)
  - Spinastérol (44%)
  - Stigmasta-8,22-dien-3 $\beta$ -ol (4%)
  - Stigmasta-7,24-28-dien-3  $\beta$ -ol (4%)
  
- alcools terpénique :
  - Tirucallol (27.9%)
  - Béta-amyrine (27.3%)
  - Butyrospermol (18.1%)
  - Lupéol (7.1%)
  - 24-méthylène cycloartanol (4.5%)
  - Citrostadienol (3.9%)

## V Conclusion

Les secrets de l'huile d'argan ne sont toujours pas tous dévoilés, un trésor sur lequel les recherches doivent se poursuivre afin de profiter de toute la potentialité inconnue, il s'agit d'un nouvel essor dans son contexte socio-économique, culturel et scientifique.

# **Chapitre II : La partie pratique**

## **Introduction**

L'objectif de l'expérimentation scientifique est de transformer les données théoriques que l'on possède, sous forme d'information ou résultats de recherche, à un produit qui reflète les connaissances acquises, justifie les résultats et parfois explique les obstacles et problématiques rencontrés(e) le temps où on était au niveau du théorique ,

Avant de commencer il était nécessaire de s'assurer que La méthode d'expérimentation choisie assure un progrès à coup sur, évitant ainsi la réalisation d'expériences inutiles pouvant ralentir le travail, et augmenter son coût.

Devant ces divers obstacles retrouvés dans le chemin de la formulation des émulsions, une méthode mathématique originale a été développée au niveau du laboratoire de la pharmacie galénique (plan de mélange) afin de minimiser les essais, et faciliter ainsi l'interprétation des résultats,

De ce fait le début de notre travail était sur une dizaine d'émulsions (plus précisément 16 échantillons) à différentes proportions des constituants, à la recherche de la préparation la plus stable, qui fera l'objet du reste de l'étude.

## **II préparation proprement dite**

### **1 Introduction**

Une expérience scientifique a pour objectif de pousser la barre au plus proche possible de la perfection, afin d'obtenir un produit à la fois stable, moins cher, le plus tôt possible.

Notre expérience postule à préparer une gamme d'émulsion dont les fractions des trois constituants varient d'une émulsion à l'autre, à la recherche de la

combinaison de l'émulsion type, celle qui ne représente aucune forme d'instabilité ( voir page ) .

Le choix de ces proportions a pour objectif l'obtention de différents aspects d'émulsions, dont une seule sera sélectionnée pour sa meilleure stabilité, pouvant être formulée par la suite sur de plus grandes échelles

## **2 matériels utilisés**

La formulation de nos émulsions s'est déroulée au laboratoire de pharmacie galénique de la faculté de médecine et de pharmacie de rabat en utilisant le matériel suivant :

- ✓ Quatre béchers de 100ml
- ✓ Les tubes à essai
- ✓ Deux plaques chauffantes (une pour la phase huileuse et l'autre pour la phase aqueuse)
- ✓ Deux pipettes de 2ml
- ✓ Une centrifugeuse

## **3 Mode opératoire**

Avant de commencer la préparation proprement dite, il est nécessaire de déterminer les quantités à utiliser de chaque constituant dans chaque émulsion, un protocole assez simple démontré dans le paragraphe qui suit.

Les quantités en pourcentage à utiliser dans chaque tube dans le tableau suivant :

**Tableau 5 : Les pourcentages de chaque constituants (%)**

	Huile (%)	Brij 52(%)	Brij 56(%)	Eau(%)
1	17.5	5	5	72.5
2	20.3	3.3	1	75.3
3	15	5	1	79
4	24	1	5	70
5	15	1	5	79
6	17	1	1	81
7	24	5	1	70
8	20.3	1	3.3	75.3
9	25	1	1	73
10	25	2.5	2.5	70
11	21.6	3	3	72.3
12	17.3	3	3	76.3
13	15	5	5	75
14	18	1	1	80
15	15	5	1	79
16	17.5	1	5	72.5

Pour une masse totale de 3g par émulsion, on obtient les masses suivantes :

**Tableau6 : Les masses utilisées pour chaque émulsion**

	Huile (g)	Brij 52(g)	Brij 56(g)	Eau(g)
1	0.525	0.150	0.150	2.175
2	0.610	1.000	0.030	2.260
3	0.450	0.150	0.030	2.370
4	0.720	0.030	0.150	2.100
5	0.450	0.030	0.150	2.370
6	0.540	0.030	0.030	2.400
7	0.720	0.150	0.030	2.100
8	0.610	0.030	0.100	2.260
9	0.750	0.030	0.030	2.190
10	0.750	0.075	0.075	2.100
11	0.650	0.090	0.090	2.400
12	0.520	0.091	0.091	2.298
13	0.450	0.150	0.150	2.250
14	0.540	0.030	0.030	2.400
15	0.450	0.150	0.030	2.370
16	0.450	0.030	0.150	2.370

Rappelons que les exigences prédéfinies de la formulation des émulsions exigent l'utilisation d'un couple de tensioactifs il s'agit donc d'une émulsion à quatre constituants :

- ✓ La phase lipophile
- ✓ la phase hydrophile
- ✓ Un tensioactif a tendance hydrophile
- ✓ Un tensioactif a tendance lipophile

L'utilisation de ces deux tensioactifs doit se faire par la solubilisation de chaque tensioactif dans la phase correspondante :

- ✓ Le tensioactif hydrophile est solubilisé dans la phase aqueuse : c'est la solution mère aqueuse (SMA) on a utilisé une solution a 10%
- ✓ Le tensioactif lipophile est solubilisé dans la phase huileuse (SMH) et on a utilisé une solution à 30%

Ces données nous obligent à continuer les calculs

**Tableau 7 : Les masses finales**

	Huile (g)	SMH(g)	SMA(g)	eau(g)
1	0.175	0.500	1.500	0.825
2	0.377	0.333	0.300	1.990
3	0.100	0.500	0.300	2.100
4	0.650	0.100	1.500	0.750
5	0.380	0.100	1.500	1.020
6	0.470	0.100	0.300	2.130
7	0.370	0.500	0.300	1.830
8	0.540	0.100	1.000	1.360
9	0.680	0.100	0.300	1.920
10	0.575	0.250	0.750	1.425
11	0.483	0.302	0.905	1.355
12	0.309	0.302	0.905	1.484
13	0.100	0.500	1.500	0.900
14	0.470	0.100	0.300	2.130
15	0.100	0.500	0.300	2.100
16	0.380	0.100	1.500	1.020

Enfinement il ne reste plus qu'à convertir ces masses obtenues en volumes utilisant les masses volumiques de chacun de ces quatre constituants :

SMA = 1.00 SMH = 0.83

Eau = 1.00 Huile = 0.88

**Tableau 8 : Volumes finaux**

	Huile (ml)	SMH (ml)	SMA (ml)	Eau (ml)
1	0.2	0.6	1.5	0.8
2	0.4	0.4	0.3	2.0
3	0.1	0.6	0.3	2.1
4	0.7	0.1	1.5	0.8
5	0.4	0.1	1.5	1.0
6	0.5	0.1	0.3	2.1
7	0.4	0.6	0.3	1.8
8	0.6	0.1	1.0	1.4
9	0.8	0.1	0.3	1.9
10	0.7	0.3	0.8	1.4
11	0.5	0.4	0.9	1.4
12	0.4	0.4	0.9	1.5
13	0.1	0.6	1.5	0.9
14	0.5	0.1	0.3	2.1
15	0.1	0.6	0.3	2.1
16	0.4	0.1	1.5	1.0

La formulation proprement dite de nos émulsions est un processus si simple, qui consiste à la répartition des quatre constituants sur des béchers de 100ml. La phase huileuse et l'huile d'argan sur une plaque chauffante et la phase aqueuse et l'eau sur une autre plaque (figure29), le tout sera chauffé à 70C° sous agitation à l'aide de deux agitateurs.

Le prélèvement se fera par la suite à l'aide de deux pipettes de 2ml, une pour la phase aqueuse et l'eau et l'autre pour la phase huileuse et l'huile, pour éviter le mélange de ces deux et s'assurer ainsi de l'exactitude des prélèvements.

Chaque tube préparé sera agité manuellement pendant quelques secondes puis déposé à l'attente de la centrifugation.

Les tubes préparés seront pris en photo sur un fond noir avant et après la centrifugation pour nous permettre de déterminer la préparation la plus stable d'entre eux.



**Figure 29 : Chauffage des constituants sous agitation**







### **III Résultats**



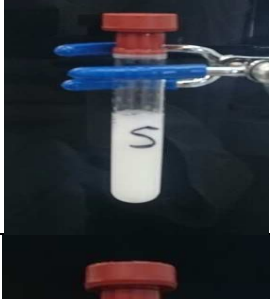







La différenciation entre une émulsion stable et une autre instable reste subjective mais toute en respectant les meilleurs caractères de stabilité à savoir :


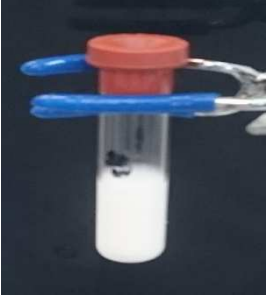



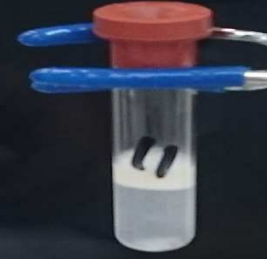




- ✓ L'émulsion la plus stable est celle la plus fluide a aspect homogène.
- ✓ La taille des globules minimale.
- ✓ garde sa stabilité malgré la dilution centrifugation ou variations de température.







Une fois que les 16 tubes d'essais sont obtenus [tableau9], on procède à la centrifugation (2000 tr/min pendant 10 minutes) pour obtenir notre produit final qui sera noté à une échelle sur 5, afin de déterminer l'émulsion type

**Tableau 9 : Les resultats obtenus**

	Huil e (ml)	SM H (ml )	SM A (ml )	Ea u (m l)	Avant centrifugation	Après centrifugation	Note
1	0.2	0.6	1.5	0.8			3
2	0.4	0.4	0.3	2.0			2
3	0.1	0.6	0.3	2.1			3

4	0.7	0.1	1.5	0.8			5
5	0.4	0.1	1.5	1.0			4
6	0.5	0.1	0.3	2.1			3
7	0.4	0.6	0.3	1.8			3
8	0.6	0.1	1.0	1.4			2

9	0.8	0.1	0.3	1.9			2
10	0.7	0.3	0.8	1.4			2
11	0.5	0.4	0.9	1.4			2
12	0.4	0.4	0.9	1.5			3
13	0.1	0.6	1.5	0.9			2

1 4	0.5	0.1	0.3	2.1			2
1 5	0.1	0.6	0.3	2.1			3
1 6	0.4	0.1	1.5	1.0			2

## IV Interprétation et discussion

### 1 interprétation des résultats

D'après l'échelle attribuée, le tube numéro 4 contient l'émulsion la plus stable chose qu'on peut bien observer sur la photo agrandie (Figure 30) du tube en question.

Cette émulsion sera donc le sujet de deux autres contrôles, pour déterminer son sens et étudier sa stabilité lors de sa dilution



**Figure 30 : Tube N° 4**

## **2 Détermination du sens d'émulsion L/H ou H/L :**

-Addition d'un colorant : sur une lame de verre on dépose une goutte d'émulsion, préalablement agitée, puis on ajoute à la surface de l'émulsion une petite goutte de colorant hydrosoluble ou liposoluble.

- ✓ Si le colorant diffuse dans l'émulsion, c'est-à-dire que les bords de la goutte de colorant ne sont pas nets, c'est que la phase continue de l'émulsion est de même nature que la solubilité du colorant. Par exemple, avec l'érythrosine, si la coloration est homogène, la phase continue de l'émulsion est aqueuse, donc "émulsion L/H".
- ✓ Si le colorant ne diffuse pas dans l'émulsion, c'est-à-dire que la coloration est hétérogène, c'est que la phase continue de l'émulsion n'est pas de même nature que la solubilité du colorant choisi.

L'essai se fait en utilisant deux colorants différents :

- ✓ L'érythrosine : colorant hydrosoluble (flacon à gauche)
- ✓ Le rouge Soudan III : colorant liposoluble (flacon à droite)



**Figure 31-a: l'addition du colorant    Figure 31-b résultat obtenu**

La coloration à l'érythrosine est homogène, contrairement à la coloration en rouge du soudan d'où on peut déduire que la phase continue de cette émulsion est la phase aqueuse.

Il s'agit donc d'une émulsion **L/H**.

### **3 Stabilité à la dilution**

Chaque émulsion qui doit être obligatoirement uniforme est diluée à 10 % en volume avec de l'eau distillée. On mélange et on observe le comportement une heure après sans bouger le tube.



**Figure 32 : L'aspect de l'émulsion après dilution**

L'aspect de l'émulsion après sa dilution parait le même d'où l'intérêt de ce contrôle qui vise à comparer l'aspect de l'émulsion avant et après la dilution afin de détecter tout changement pouvant indiquer que notre produit n'est plus stable.

## **V Conclusion :**

Ce chapitre du travail a été entièrement consacré à la réalisation et l'étude d'une gamme d'émulsion, l'objectif était de chercher à comprendre les facteurs impliqués et les obstacles retrouvés dans le chemin de la formulation d'une émulsion stable.

Ce travail peut être considéré comme un exemple du passage du savoir acquis lors d'une recherche bibliographique à l'expérimentation scientifique, afin d'obtenir un produit stable à moindre coût.

Les obstacles rencontrés au cours des étapes expérimentales trouvent toujours des explications et même des solutions dans les données théoriques collectées dans une synthèse bibliographique.

## **RESUMES**

## **RESUME**

**-Titre :** Formulation d'une émulsion à base d'huile d'argan en utilisant un plan d'expérience.

**- Auteur :** Rahmouni Issam

**- Mots clés :** Emulsion, Huile d'argan, Plan d'expérience.

Une émulsion est un système hétérogène, comportant au moins deux liquides non miscibles, l'un est dispersé sous forme de gouttelettes dans l'autre, à l'aide d'un tensioactif. Le caractère amphiphile des tensioactifs permet leur adsorption à l'interface des deux liquides, pour y agir en abaissant la tension interfaciale qui constitue la principale source de l'instabilité du système.

L'utilisation d'une émulsion exige une stabilité qui dépend du bon choix de la nature du tensioactif employé et des proportions des éléments constitutionnels. La détermination d'une bonne formule consiste alors en la préparation d'une large gamme d'échantillons qui diffèrent par leur proportions respectives en phases des systèmes.

La réussite de la formulation des émulsions passe toujours par le respect du mode opératoire, toutes les émulsions préparées subissent le même mode de préparation, ordre d'introduction des éléments et les conditions/vitesse de centrifugation.

Ainsi pour une émulsion à formule qualitative fixe, de nombreux résultats sont obtenus en fonction de la variation des proportions de ses constituants. Les préparations obtenues sont menées à une série de contrôles qui permettent de distinguer la préparation la plus stable.

La préparation choisie est la base de l'huile d'argan, un trésor des régions sud-ouest du Maroc. Ses propriétés lui confèrent une large utilisation qui s'étend du domaine cosmétique à l'utilisation médicinale.

## **ABSTRACT**

**Title:** Formulation of an emulsion based on argan oil using an experimental design

**Author:** Rahmouni Issam

**Key word:** Emulsion, Argan oil, Experimental design

An emulsion is a heterogeneous system, containing at least two not miscible liquids, the one is scattered in the form of droplets in the other one, by means of a surfactant, their amphiphilic character allows the adsorption in the interface of both liquids to act by lowering the interfacial tension, which establishes the main source of the instability.

The use of an emulsion requires a stability which depends on the good choice of the used surfactant and on the proportions of the constitutional elements, the choice of a good formula consists the preparation of a wide range of samples, which different by respective proportions in phases of the system.

The successful formulation of emulsions always means respecting the preparation method, all prepared emulsions undergo the same preparation method, order of introduction of the elements and condition/speed of centrifugation

Thus, for a fixed Qualitative emulsion formula, many results are obtained depending on variation in the proportions of its constituents. The preparations obtained are conducted in a serie of controls that distinguish the most stable preparation.

Argan oil is the base of the chosen preparation; a treasure of the southwest regions of Morocco, Its properties gives it a wide extending use from the cosmetic field to the medicinal use.

## ملخص

**العنوان:** تحضير مستحلب أساسه زيت ارغان باستعمال برنامج المزج

**المؤلف:** الرحموني عصام

**الكلمات الأساسية:** مستحلب, زيت ارغان, برنامج المزج

المستحلب هو نظام غير متجانس, يشمل على الأقل سائلين لا يمتزجان احدهما مشتت على شكل قطرات دقيقة في الآخر بمساعدة العناصر المضادة للتوتر, التي يمكنها طابعها المحب للقطين الزيتي و المائي بالامتزاز مع واجهة السائلين. ذلك لكي تعمل على تخفيض التوتر البيني الذي يشكل المصدر الرئيسي المخل باستقرار المنظومة

استعمال المستحلبات يتطلب منظومة متجانسة, تجانس مرتبط بالأساس بحسن اختيار العناصر المضادة للتوتر المستعملة, و كذا نسب العناصر المكونة للمنظومة. تحديد توليفة متناسقة يتطلب إجراء بعض المراحل التمهيديّة والتي تتم عبر تحضير تشكيلة واسعة من العينات تختلف باختلاف صيغتها الكمية. نجاح صياغة المستحلبات يعتمد بالأساس على احترام إجراءات التحضير, فجميع المستحلبات المحضرة يجب أن تخضع لنفس طريقة التحضير, مع احترام ترتيب إضافة المكونات وكذا ظروف/سرعة الطرد المركزي.

ذلك هو الشأن بالنسبة لمستحلب ذو معادلة نوعية ثابتة, إذ يتم التوصل إلى نتائج مختلفة حسب تغيرات نسب مكوناته. التحضيرات المحصل عليها تخضع لمجموعة من الفحوصات, لاختيار المستحلب الأكثر استقرارا.

هذا العمل تضمن تحضير مستحلب أساسه زيت أرغان التي تعتبر كنزا من كنوز الجنوب الشرقي للمغرب, مكونات و خاصيات هذا الزيت منحته استعمالات موسعة, امتدت من مجال التجميل إلى الاستعمال الطبي.

## **Bibliographie :**

- 1. Olivier Doumeix. les émulsions.**
- 2. A otto, J du plessis , J wiechers. Formulation effects of topical emulsions on transdermal and dermal delivery. 2008**
- 3. Wehrlé, Pascal. pharmacie galénique formulation et technologie pharmaceutique. paris : s.n., 2007.**
- 4. Ahmed, hadj mohamed. etude des proprietes thermodynamique d'un surfactant. tlemcen : s.n., juillet 2013.**
- 5. Souaad, essoifi. les emulsions : données theorique et apport des diagrammes ternaires a leur formulation. rabat : s.n., 2003.**
- 6. Abir Khalil. Etude expérimentale d'un procédé de cristallisation en emulsion huile dans eau . lyon : s.n., 2006.**
- 7.Fernando Leal-Calderon, Véronique Schmitt, Jérôme Bibettet. Emulsion Science : Basic Principle.bordeaux 2007.**
- 8. Nghe Philippe. ecoulements des fluides complexes en géometrie microfluidique. paris : s.n., 2009.**
- 9. Rahali, youness. nouvelle forme d'incorporation des lipides en nutrition artificielle.**
- 10. Rondel, caroline. synthèse et propriétés de melange de nouvelles molecules polyfonctionnelles lipopeptidique tensioactives. toulouse : s.n., 2009.**
- 11. Tuarez, emilio alberto paruta. emulsions inverses tres concentrés formulation , comportement rheologique et modelisation. nancy : s.n., 2010.**
- 12. Salager, jean-louis. formulation des microemulsions par la methode du *HLD* . 2001.**
- 13. Goupy, Jacque. les plans d'experience . s.l. : revue modulad, 2006.**

- 14 Sjoblom johann. Emulsions and emulsions stability. bergen-norway : s.n., 2006.
- 15 Tahri, Ilheme Moumeni Souad. Formulation des crèmes écran total. les émoullients et les humectants. 2009.
- 16 Tauer, Klaus. *MPI colloids and interfaces*. germany : s.n.
- 17, Jean-Marie Aubry et Henri Sebag. formulation cosmetique . paris : s.n.
18. Ragouilliaux, Alexandre. etude rheophysique de système émulsions inverses/ argiles organophile . applications au boues de forage petrolier. paris : s.n., 2008
- 19 Prudent Placide Anihouvi, Sabine Danthine, Gaoussou Karamoko, Christophe Blecker. Les crèmes végétales : une alternative aux crèmes laitières. Gembloux (Belgique). : s.n., 03-juillet-2012.
20. S. Hall a,n, M.Cooke b, A.El-Hamouz c, A.J.Kowalski d. droplet break up by in-line Silverson rotor–stator mixer, Droplet Nablus Occupied Palestinian Territory : s.n., 2 February 2011.
21. Tadros, tharwat F. emulsion science a technology : A general introduction.
- 22 Becher, P. Emulsions, theory and practice, 3rd. Oxford University Press: New York : s.n., 2001.
- 23 Eisner, Verena. emulsion processing with a rotating membrane ( *ROME* ). karlsruhe-germany : s.n., 2007.
- 24 chorng-shyan Chern. principles and applications of emulsion polymerisation. new jersey : s.n., 2008.
- 25 David julian McClements. Food emulsions, principles, practice and techniques. new york : s.n., 1999.
- 26 Herrera, Maria Lidia. Analytical Techniques for studying the physical properties of lipid emulsions. new york : s.n., 2012.
- 27 Placide Ahinouvi. etude des propriétés physico-chimique et technofonctionnelle des crèmes végétales en relation avec les conditions de reconstitution. liege : s.n., 2011.

- 28 Laurier L. Schramm. emulsions , foams , and suspensions. weinheim : s.n., 2005.
- 29 Zoubida charrouf. Valorisation de l'arganier :. canada : s.n., 2001.
- 30 Ronald Bellefontaine Abderrahim Ferradous , Mohamed Alifriqui,Olivier Monteuis. mulitiplication vegetative de l'arganier . 2010.
- 31 Mohamed Rahmani . Composition chimique de l'huile d'argane « vierge ». rabat : s.n., octobre 2005
- 32 Pierat, Nadine. preparation d'émulsions par inversion de phase induite par agitation. nancy : s.n., 2010.
- 33 Zoubida charrouf. *L'huile d'argane, une prodigieuse vitalité née au bord du désert...* rabat : s.n., 2002.
- 34 Bani-aameur. phenological phases of argania spinosa. 2000.
- 35 F, bani-Aameur. typology of argania spinoza. 1999.
- 36 Charrouf, zoubida. Ethnoeconomical, ethnomedical, and phytochemical study of argania spinosa. rabat : s.n., 1999.
- 37 k, Gasmi. contribution a l'etude de l'arganier . 2001.
- 38 M., Charrouf. Contribution à l'étude chimique de l'huile d' Argania spinosa. Université de Perpignan : s.n., 1984.
- 39 B, Fabre. *L'intérêt de l'huile d'argan vierge enrichie en insaponifiable ainsi que les peptides extraits des tourteaux en cosmétologie.* université ibnou zouhr agadir : s.n., 1999.
- 40 Charrouf Z, Guillaume D & Driouich A. *L'arganier, un atout pour le Maroc.* 2002.
- 41 Charrouf, Zoubida. Valorisation des produits de l'arganier pour une gestion durable des zones arides du sud-ouest marocain. rabat : s.n., 1999.
42. Hassane, Amzal. Étude de l'activité antioxydante des saponines du tourteau de l'arganier. rabat : s.n., 2010.

## *Serment de Galien*

*Je jure en présence des maîtres de cette faculté :*

- *D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.*
- *D'exercer ma profession avec conscience, dans l'intérêt de la santé public, sans jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.*
- *D'être fidèle dans l'exercice de la pharmacie à législation en vigueur aux règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.*
- *De ne pas dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurais eu connaissance dans l'exercice de ma profession, de ne jamais consentir à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis*

*Fidèle à mes promesses, que je sois méprisé de mes  
Confrères si je manquais à mes engagements.*



جامعة محمد الخامس  
كلية الطب والصيدلة  
الرياضة -

### قسم الصيدلي

بسم الله الرحمن الرحيم

وأحس بالله العظيم

- أن أراقب الله في مهنتي
- أن أبجل أساتذتي الذين تعلمت على أيديهم مبادئ مهنتي وأعترف لهم بالجميل وأبقى دوما وفيها لتعاليمهم.
- أن أزاول مهنتي بوازع من ضميري لما فيه صالح الصحة العمومية، وأن لا أقصر أبدا في مسؤوليتي وواجباتي تجاه المريض وكرامته الإنسانية.
- أن ألتزم أثناء ممارستي للصيدلة بالقوانين المعمول بها وبأدب السلوك والشرف، وكذا بالاستقامة والترفع.
- أن لا أفشي الأسرار التي قد تعهد إلى أو التي قد أطلع عليها أثناء القيام بمهامي، وأن لا أوافق على استعمال معلوماتي لإفساد الأخلاق أو تشجيع الأعمال الإجرامية.
- لأحضى بتقدير الناس إن أنا تقيدت بعهودي، أو أحتقر من طرف زملائي إن أنا لم أف بالتزاماتي.

والله على ما أقول شهيد



تحضير مستحلب أساسه زيت  
أركان باستعمال برنامج المزج  
أطروحة:

قدمت ونوقشت علانية يوم: .....

من طرف

السيد: **الرحموني عصام**

المزداد في 04 شتنبر 1991 بالحسيمة

**لنيل شهادة الدكتوراه في الصيدلة**

الكلمات الأساسية: مستحلب، زيت أركان، برنامج المزج.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة:

رئيس

السيد: **عبد القادر لعثيريس**  
أستاذ في الصيدلة الغالينية

مشرف

السيد: **يونس الرحالي**  
أستاذ في الصيدلة الغالينية

السيد: **النجاري رشيد**

أعضاء

أستاذ في مادة علم العقاقير

السيد: **جواد الحارثي**

أستاذ مساعد في مادة الكيمياء العلاجية