

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

ANNEE : 2017

THESE N° :98

**LES COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES
NATURELS**

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le :.....

PAR

Mme ZINEB TIJANI

Née le 20/11/1993 à CHEFCHAOUEN

Pour l'Obtention du Doctorat en pharmacie

MOTS CLES : Compléments alimentaires - Algues - Champignons – Plantes.

Mme. Saida TELLAL

Professeur de biochimie

PRESIDENTE

Mr. Rachid NEJJARI

Professeur de Pharmacognosie

RAPPORTEUR

Mr. Mohamed O.B IDRISSE

Professeur de chimie analytique

JUGES

Mr. Jaouad EL HARTI

Professeur de Chimie thérapeutique



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 OUAZZANI 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. OUAZZANI 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. BENSOU DA 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
Pharmacie galénique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Biochimie et Chimie
Pharmacologie
Histologie Embryologie
Pédiatrie
Pharmacologie – **Dir. du Centre National PV**
Chimie thérapeutique

Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed
Pr. BENSOU DA Adil
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib
Pr. CHAHED OUAZZANI Laaziza
Pr. CHRAIBI Chafiq
Pr. DAOUDI Rajae
Pr. DEHAYNI Mohamed*
Pr. EL OUAHABI Abdessamad
Pr. FELLAT Rokaya

Chirurgie Générale
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Gastro-Entérologie
Gynécologie Obstétrique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Neurochirurgie
Cardiologie

Pr. GHAFIR Driss*
Pr. JIDDANE Mohamed
Pr. TAGHY Ahmed
Pr. ZOUHDI Mimoun

Médecine Interne
Anatomie
Chirurgie Générale
Microbiologie

Mars 1994

Pr. BENJAAFAR Noureddine
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

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 Inspecteur du SS
Gynécologie –Obstétrique
Dermatologie

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
Pr. LAKHDAR Amina
Pr. MOUANE Nezha

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

Réanimation Médicale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation – Dir. HMIM
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Oto-Rhino-Laryngologie
Cardiologie - Directeur ERSM

Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
Pr. SEFIANI Abdelaziz
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

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
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

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

Pneumophtisiologie
Pédiatrie
Pédiatrie
Pneumo-phtisiologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-phtisiologie

Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
Pr. ISMAILI Hassane*
Pr. MAHMOUDI Abdelkrim*
Pr. TACHINANTE Rajae
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Neurochirurgie
Traumatologie Orthopédie
Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne

Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia
Pr. AIT OURHROUI Mohamed
Pr. AJANA Fatima Zohra
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
Pr. BALKHI Hicham*
Pr. BENABDELJLIL Maria
Pr. BENAMAR Loubna
Pr. BENAMOR Jouda
Pr. BENELBARHDADI Imane
Pr. BENNANI Rajae
Pr. BENOACHANE Thami
Pr. BEZZA Ahmed*
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
Pr. BOUMDIN El Hassane*
Pr. CHAT Latifa
Pr. DAALI Mustapha*
Pr. DRISSI Sidi Mourad*
Pr. EL HIJRI Ahmed
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid
Pr. EL MADHI Tarik
Pr. EL OUNANI Mohamed
Pr. ETTAIR Said
Pr. GAZZAZ Miloudi*
Pr. HRORA Abdelmalek
Pr. KABBAJ Saad

Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Neurologie
Néphrologie
Pneumo-phtisiologie
Gastro-Entérologie
Cardiologie
Pédiatrie
Rhumatologie
Anatomie
Radiologie
Radiologie
Chirurgie Générale
Radiologie
Anesthésie-Réanimation
Neuro-Chirurgie
Chirurgie-Pédiatrique
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Neuro-Chirurgie
Chirurgie Générale
Anesthésie-Réanimation

Pr. KABIRI EL Hassane*
Pr. LAMRANI Moulay Omar
Pr. LEKEHAL Brahim
Pr. MAHASSIN Fattouma*
Pr. MEDARHRI Jalil
Pr. MIKDAME Mohammed*
Pr. MOHSINE Raouf
Pr. NOUINI Yassine
Pr. SABBAH Farid
Pr. SEFIANI Yasser
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Chirurgie Thoracique
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Médecine Interne
Chirurgie Générale
Hématologie Clinique
Chirurgie Générale
Urologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Pédiatrie

Décembre 2002

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane*
Pr. AMEUR Ahmed *
Pr. AMRI Rachida
Pr. AOURARH Aziz*
Pr. BAMOU Youssef *
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*
Pr. BENZEKRI Laïla
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*

Anatomie Pathologique
Urologie
Cardiologie
Gastro-Entérologie
Biochimie-Chimie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
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

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
Pr. AMRANI Mariam

Ophtalmologie
Anatomie Pathologique

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. JABOURIK Fatima
Pr. KHABOUZE Samira
Pr. KHARMAZ Mohamed
Pr. LEZREK Mohammed*
Pr. MOUGHIL Said
Pr. OUBAAZ Abdelbarre*
Pr. TARIB Abdelilah*
Pr. TIJAMI Fouad
Pr. ZARZUR Jamila

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

Décembre 2005

Pr. CHANI Mohamed

Avril 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen*

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

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

Anesthésie Réanimation

Rhumatologie

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
 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

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

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

Pr. ICHOU Mohamed*
Pr. ISMAILI Nadia
Pr. KEBDANI Tayeb
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*

Oncologie médicale
Dermatologie
Radiothérapie
Anesthésie réanimation
Microbiologie
Réanimation médicale
Radiologie
Pneumo phtisiologie
Hématologique
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*

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

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*
 Pr. ZOUAIDIA Fouad

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
 Anatomie pathologique

Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed

Chirurgie Pédiatrique

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*

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
Pr. EL KORAICHI Alae
Pr. EN-NOUALI Hassane*
Pr. ERRGUIG Laila
Pr. FIKRI Meryim
Pr. GHANIMI Zineb
Pr. GHFIR Imade
Pr. IMANE Zineb

Pharmacologie – Chimie
Toxicologie
Gastro-Entérologie
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Réanimation Médicale
Anesthésie Réanimation
Biochimie-Chimie
Hématologie
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
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Physiologie
Radiologie
Pédiatrie
Médecine Nucléaire
Pédiatrie

Pr. IRAQI Hind
Pr. KABBAJ Hakima
Pr. KADIRI Mohamed*
Pr. LATIB Rachida
Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra
Pr. MEDDAH Bouchra
Pr. MELHAOUI Adyl
Pr. MRABTI Hind
Pr. NEJJARI Rachid
Pr. OUBEJJA Houda
Pr. OUKABLI Mohamed*
Pr. RAHALI Younes
Pr. RATBI Ilham
Pr. RAHMANI Mounia
Pr. REDA Karim*
Pr. REGRAGUI Wafa
Pr. RKAIN Hanan
Pr. ROSTOM Samira
Pr. ROUAS Lamiaa
Pr. ROUIBAA Fedoua*
Pr. SALIHOUN Mouna
Pr. SAYAH Rochde
Pr. SEDDIK Hassan*
Pr. ZERHOUNI Hicham
Pr. ZINE Ali*

Endocrinologie et maladies métaboliques
Microbiologie
Psychiatrie
Radiologie
Médecine Interne
Pharmacologie
Neuro-chirurgie
Oncologie Médicale
Pharmacognosie
Chirurgie Pédiatrique
Anatomie Pathologique
Pharmacie Galénique
Génétique
Neurologie
Ophtalmologie
Neurologie
Physiologie
Rhumatologie
Anatomie Pathologique
Gastro-Entérologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Gastro-Entérologie
Chirurgie Pédiatrique
Traumatologie Orthopédie

Avril 2013

Pr. EL KHATIB Mohamed Karim*
Pr. GHOUNDALE Omar*
Pr. ZYANI Mohammad*

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Urologie
Médecine Interne

****Enseignants Militaires***

2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

PROFESSEURS / PRs. HABILITES

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naima	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



A Allah

Tout puissant

Qui m'a inspiré

Qui m'a guidé dans le bon chemin

Je vous dois ce que je suis devenue

Louanges et remerciements

Pour votre clémence et miséricorde

A mes très chers parents

Soumaya el Megouchi et mohammed Tijani

la lumière de ma vie, Sans qui je ne serai pas là

Qui m'ont permise de poursuivre mes études dans les meilleures conditions,

Qui m'ont donnée le défaut ou la qualité d'être acharnée au travail,

Qui m'ont apprise que la vie est un défi à vivre joyeusement et à ne jamais

*baisser les bras quelque soit les obstacles, ils me disent toujours : «Quand
on veut, on peut».*

*Vous êtes ma lumière, tout simplement merci pour votre esprit attentif,
pour l'amour, l'écoute et le soutien que je trouve toujours auprès de vous.*

Vous êtes et vous serez toujours pour moi le plus beau don de toute ma vie

*Je n'arriverai jamais à vous remercier autant que vous le méritiez pour
votre amour inconditionnel, votre générosité, vos sacrifices et vos
encouragements tout au long de ma vie. Vous avez toujours été là et
m'avez soutenue dans tous mes choix.*

*Merci mes chers parents, qu'ALLAH vous bénisse et vous accorde une
longue et heureuse vie*

A ma très chère sœur Khadija et mon frère Ayoub

Pour son amour et son soutien inestimable.

A mon cher mari el ghali benjelloun et ses parents salwa et chakir

*Pour vos conseils, votre soutien, vos encouragements et surtout vos
bénédictions et votre amour.*

*A tous ceux que J'ai omis de citer : sachez que même si votre nom ne figure
pas ici, il est gravé dans ma mémoire et mon cœur.*

Spéciale dédicace à toutes celles et ceux qui m'ont aidée et soutenue

Remerciements



A notre Maitre et Président de thèse

Madame le professeur S.TELLAL

Professeur de Biochimie à la faculté de médecine et de

Pharmacie de rabat

*L'honneur que vous me faite en acceptant de présider le jury de ma thèse
est pour moi l'occasion de vous témoigner ma profonde reconnaissance
pour vos qualités humaines.*

Veillez trouver ici, l'expression de ma grande estime

A notre maître et rapporteur de thèse

*Monsieur le professeur R. Nejjari Professeur de pharmacognosie à la
faculté de médecine et de
Pharmacie de Rabat*

Je vous remercie vivement de m'avoir fait

*L'insigne honneur de diriger ce travail, sans jamais épargner aucun
effort pour me guider dans le chemin sinueux de la recherche.*

*Sans votre Clairvoyance, vos corrections méticuleuses,
ce travail n'aurait pu être préparé et dirigé dans des conditions favorables.*

Je n'oublierai jamais les conseils sur tous les plans même personnels,

et la disponibilité dont vous avez fait preuve en

*m'accueillant en toutes circonstances. Qu'il me soit permis de vous
témoigner mon admiration et mon grand respect.*

Veillez chère Maître, trouvez dans ce travail l'expression

de ma grande estime et mes sentiments

les plus sincères.

A notre maitre et juge de thèse

Monsieur le professeur

*Jaouad El Harti professeur de chimie Thérapeutique à la faculté de
médecine et de*

Pharmacie de rabat

*J'ai été touché et honoré par la spontanéité avec laquelle vous avez accepté
de juger ce travail.*

J'ai apprécié votre accueil bienveillant ainsi que votre gentillesse.

*Que cette thèse soit pour moi l'occasion de vous exprimer ma
reconnaissance et mes vifs remerciements.*

A notre maître et juge de thèse

Monsieur le professeur Mohammed O.B. Idrissi

*Professeur de chimie analytique à la faculté de médecine et de pharmacie
de Rabat*

Vous me faites un grand honneur en acceptant de juger ce travail.

*Vos qualités humaines et professionnelles ainsi que votre sympathie force
l'admiration.*

Veillez accepter cher maître mes profondes considérations



ILLUSTRATIONS

LISTE DES ABREVIATIONS :

ADN: acide désoxyribonucléique

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

AFSSET : Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail

AESA : l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments

Ala : Alanine

AMPC : Adénosyl monophosphate cyclique

Arg : Arginine

ARN: acide ribonucléique

ATP : adénosine triphosphate

CA : Complément(s) Alimentaire(s)

CEVA : Centre d'étude et de valorisation des algues

COX 2 : Cyclo-oxygénase

Cys : Cystéine

CE : Commission Européenne

DJM : Doses journalières maximales

DJR : Dose journalière recommandée

DMP: Direction du médicament et de la pharmacie

EFSA: European Food Safety Authority

GAGS: Glycosaminoglycanes

Gal: Galactose

GalA: Acide galacturonique

Glc: Glucose

Glc A: Acide glucuronique

Glu : Acide glutamique

Gly : Glycine

Groupe scientifique NDA : Groupe scientifique sur les produits diététiques, la nutrition et les allergies

GSH: Glutathione

HDLc: High Density Lipoprotein cholesterol

HMG-CoA: hydroxyméthylglutaryl-CoA

His : Histidine

HSV: Herpès simplex virus

IL: Interleukine

IV: intraveineuse

IFN- γ : Gamma interféron

Ile : Isoleucine

INH: Institut national d'hygiène

INRH: Institut national de la recherche halieutique

ISPITS: Institut supérieur des professions infirmières et techniques de santé

LB: lymphocytes B

LDLc: Low Density Lipoprotein cholesterol

LT: lymphocytes T

Leu : Leucine

Lys : Lysine

MAD: malondialdéhyde

MAO: Monoamines oxydase

Met : Méthionine

MS: Matière sèche

NK: "nature killer"

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONEM: Observatoire national de l'environnement au Maroc

ONSSA: Office national de sécurité sanitaire des produits alimentaires

Phe : Phénylalanine

PMME: Pleine mer de mortes eaux

Pro : Proline

P/P: poids/poids

PS: Poids sec

RGO: Reflux gastro-oesophagien

Rha: Rhamnose

RT: Reverse transcriptase

SOD: superoxyde dismutase

Ser : Sérine

Sp-Ca: Spirulane calcique

Sp-Na: Spirulane sodique

SQDG: Sulfoquinovosyldiacylglycérol

Thr : Thréonine

Trp : Tryptophane

Tyr : Tyrosine

T3: Triiodothyronine

T4: Tétraiodothyronine (Thyroxine)

Th: " T helper "

TLR: Toll-like receptors

TNF- α : Tumor Necrosis Factor alpha

UE : Union Européenne

UV: Ultraviolet

Val : Valine VCAM: "vascular cell adhesion molecule"

VIH: virus de l'immunodéficience humaine

VLDLc: Very low density lipoprotein cholesterol

Xyl: Xylose

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : schéma illustrant les mentions devant être présentés dans l'étiquetage des Compléments Alimentaires [170].	9
Figure 2: Augmentation des prix de vente (RSP retail selling prices) entre 2009 et 2010 des compléments alimentaires et des vitamines (VSD vitamins and dietary supplements) [25].	17
Figure 3:Microscopie à balayage de l'hyménium du basidiomycete Coprinus cinereus montrant quatre basidiospores par baside [29].	22
Figure 4: Lentinula edodes [35].	24
Figure 5: Grifola frondosa [49].	29
Figure 6: Ganoderma lucidum [104].	33
Figure 7: Pleurotus ostreatus [68].	37
Figure 8 : Cordyceps sinensis [76].	40
Figure 9:Flammulina velutipes sauvage [88].	45
Figure 10: Flammulina velutipes cultivé [89].	45
Figure 11: Polyporus umbellatus [95].	48
Figure 12 :Agaricus subrufescens [104].	51
Figure 13:Trametes versicolor [113].	54
Figure 14:Auricularia auricula-judae [116].	57
Figure 15 : COALGAN®Compresses hémostatiques constituées de fibres d'alginate de calcium issu d'algues marines	74
Figure 16: GAVISCON® Médicament protecteur de la muqueuse oesophagienne	75
Figure 17 : <i>Spirulina platensis</i> vue au microscope [133]	77
Figure 18 : Fucus vésiculosus [144]	92
Figure 19 : Lithothamnium calcareum	97
Figure 20: Chlorella vulgaris vue au microscope [157]	100
Figure 21: Chondrus crispus [164]	103
Figure 22 :desmodium gangeticum	108
Figure 23 : Ginseng	112
Figure 24: ginkgo biloba	114
Figure 25 :Sauge officinale	119

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Les produits à base de shiitake.....	60
Tableau II : Les produits à base de maitake.....	61
Tableau III:Composition en acides aminés de <i>Spirulina platensis</i>.....	79
Tableau VI : Composition en pourcentage des principaux acides gras de <i>Spirulina platensis</i>	81
Tableau V : Composition en vitamines liposolubles de <i>Spirulina platensis</i>	83
Tableau VI : Teneur de la spiruline en vitamines hydrosolubles	84
Tableau VII: Teneurs en pigments exprimées en mg/10g de matière sèche de <i>Spirulina platensis</i>.....	85

Tables des matières :

Introduction :	1
Partie 1: Généralités sur Les compléments alimentaires naturels	3
1. Définition	4
2. Réglementation des compléments alimentaires naturels	6
2.1Réglementation européenne	6
2.2 European Food Safety Authority (EFSA).....	6
2.3 Le comité permanent de la chaîne alimentaire et de la santé animale	6
2.4 La directive 2002/46/CE relative aux compléments alimentaires :(aussi appelée «Directive Cadre des compléments alimentaires»).....	7
2.5 Etiquetage des compléments alimentaires	7
2.6 Les allégations	10
a. Définition	10
b. Les différents types d'allégations	10
c. Conditions d'obtention d'une allégation	11
2.7.Dispositif de vigilance sur les compléments alimentaires :	13
2.8-Réglementation marocaine	14
3. La consommation des compléments alimentaires naturels	16
3.1. Consommation mondiale	16
3.2. Consommation européenne.....	18
3.3. Consommation marocaine	18
Partie 2 : Les compléments alimentaires à base de champignons	20
1.Les champignons	21
1.1. Définition	21
1.2. Composition chimique des champignons	23
2.Analyse des champignons utilisés dans les compléments alimentaires	23
2.1 Le shiitake	24
2.1.1 Classification	24
2.1.2 Localisation.....	25

2.1.3	Caractéristiques	25
2.1.4	Mode de production	25
2.1.5	Activités biologiques	26
2.1.6	Posologie	27
2.1.7	Effets indésirables	27
2.1.8	Précautions d'emploi-interactions	28
2.2	Le maitake	29
2.2.1	Classification	29
2.2.2	Localisation	30
2.2.3	Caractéristiques	30
2.2.4	Activités biologiques	30
2.2.5	Posologie	32
2.2.6	Effets indésirables	32
2.2.7	Précautions d'emploi-interactions	32
2.3	Le reishi	33
2.3.1	Classification	33
2.3.2	Localisation.....	34
2.3.3	Caractéristiques	34
2.3.4	Activités biologiques	34
2.3.5	Posologies	35
2.3.6	Effets indésirables	35
2.3.7	Précautions d'emploi-interactions	36
2.4	Le pleurote en huître	37
2.4.1	Classification	37
2.4.2	Localisation.....	38
2.4.3	Caractéristiques	38
2.4.4	Activités biologiques	38
2.4.5	Effets indésirables	39
2.4.6	Précautions d'emploi -interactions	39

2.5. Le Cordyceps sinensis	40
2.5.1. Classification Règne Fungi.....	40
2.5.2. Localisation.....	41
2.5.3. Caractéristiques	41
2.5.4. Posologie	43
2.5.5. Effets indésirables	43
2.5.6. Précautions d'emploi-interactions	44
2.6. L'enokitake	45
2.6.1. Classification	46
2.6.2. Localisation.....	46
2.6.3. Caractéristiques	46
2.6.4. Activités biologiques	46
2.6.5. Effets indésirables	47
2.6.6. Précautions d'emploi- Interactions	47
2.7. Le polypore en ombelle	48
2.7.1. Classification	48
2.7.2. Localisation.....	49
2.7.3. Caractéristiques	49
2.7.4. Activités biologiques.	49
2.7.5. Effets indésirables	50
2.7.6. Précautions d'emploi-interactions	50
2.8. Agaricus « blazei »	51
2.8.1. Classification	51
2.8.2. Localisation.....	52
2.8.3. Caractéristiques	52
2.8.4. Activités biologiques	52
2.8.5. Précautions d'emploi-interactions	53
2.9. Le tramète versicolore	54

2.9.1. Classification	54
2.9.2. Localisation.....	55
2.9.3. Caractéristiques	55
2.9.4. Activités biologiques	55
2.9.5. Effets indésirables	56
2.9.6. Précautions d'emploi-interactions	56
2.10. L'orielle de Judas	57
2.10.1. Classification	57
2.10.2. Localisation.....	58
2.10.3. Caractéristiques	58
2.10.4. Activités pharmacologiques	58
2.10.5. Effets indésirable	59
2.10.6 Précautions d'emploi-interactions	59
3. Des exemples de compléments alimentaires à base de champignons vendus en officine	59
3.1. Le Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) : Compléments alimentaires	60
3.2. Le Maitake (<i>Grifola frondosa</i>) : Compléments alimentaires	61
Parite 3 : Les compléments alimentaires à base d'algue	62
1-Rôle écologique des algues.....	63
2- Domaines d'utilisation des algues	63
2- 1- Alimentation	63
2-2- L'industrie agro-alimentaire.....	67
2-3- Agriculture	68
2-4 Médecine et pharmacie	70
2-4-1-Utilisation des algues dans le domaine médical.....	70
2-4-2- Utilisation des algues dans le domaine pharmaceutique	73
3- Principales espèces d'algues utilisées dans les compléments alimentaires	77
3.1 La spiruline	77
3.1.1 Classification	77
3.1.2 Localisation	78

3.1.3 Caractéristiques	78
3.1.4 Composition chimique de la spiruline	79
3.15 Activités biologiques	86
3.1.5 Posologie	90
3.1.6 Effets indésirables	90
3.2 Le fucus vésiculeux	92
3.2.1 Caractéristiques	93
3.2.2 Composition chimique du fucus	93
3.2.3 Activités biologiques	94
3.2.4 Posologie	95
3.2.5 Effets indésirables	96
3.2.6 Précautions d'emploi	96
3.3 Le lithothamne	97
3.3.1 Classification	97
3.3.2 Caractéristiques	98
3.3.3 Composition chimique du lithothamne	98
3.3.4 Activités biologiques	98
3.3.5 Posologie	99
3.3.6 Précautions	99
3.4. La chlorelle	100
3.4.1 Caractéristiques	100
3.4.2 Composition chimique	101
3.4.3 Activités biologiques	101
3.4.4 Effets indésirables	102
3.4.5 Précautions	102
3.5 Le lichen de mer (Mousse d'Irlande, Pioka)	103
3.5.1 Classification	103
3.5.2 Caractéristiques	103
3.5.3 Composition chimique	104
3.5.4 Activités biologiques	104

Partie 4 : Les compléments alimentaires à base de plantes	105
1.1. Définitions.....	106
1.2. Champ d'application.....	106
1.3. Les plantes autorisées dans la composition des compléments alimentaires	107
1.4. Analyse de plantes utilisées dans les compléments alimentaires.....	108
I. <i>Desmodium gangeticum</i>	108
1.2. Propriétés médicinales du desmodium	109
1.3. Composition du desmodium	110
1.4. Dosage.....	110
1.5. Précautions d'emploi du desmodium	111
1.6. Contre-Indications.....	111
1.7. Effets Indésirables.....	111
1.8. Interactions avec des plantes médicinales ou des compléments.....	111
1.9. Interactions avec des médicaments	111
II. <i>Ginseng</i>	112
2.1 Constituants chimiques principaux	112
Ginsenosides.....	112
2.2 Usages	112
III. <i>Ginkgo biloba</i>	114
3.1 Propriétés médicinales du ginkgo	114
3.2 Indications Thérapeutiques Usuelles	115
3.3 Autres Indications Thérapeutiques Démonstrées	115
3.4 Composition du ginkgo.....	116
3.5 Utilisation et posologie du ginkgo	116
3.6 Précautions D'emploi Du Ginkgo	117
3.7 Contre-Indications.....	117
3.8 Effets indésirables	117
3.9 Interactions Avec Des Médicaments	118
IV. <i>Sauge officinale</i>	119

4.1 Définition	119
4.2 Vertus thérapeutiques	119
4.3 Parties utilisées de la plante	120
4.4 Précautions d'emploi et contre-indications	120
4.5 Effets secondaires indésirables	121
Conclusion	122
Résumé	123
Références Bibliographiques	127

Introduction :

Les compléments alimentaires représentent de nos jours un enjeu économique majeur pour les industriels. En effet, Le marché du complément alimentaire ne cesse d'augmenter depuis quelques années, en terme de chiffre d'affaire mais surtout en terme de produits disponibles sur le marché. Le consommateur se trouve face à un nombre important de produits, de marques, de compositions, de « cocktails » largement diffusés grâce à des points de commercialisations très divers : pharmacie, grande et moyenne surface, magasin diététique, magasin de sport, salle de sport, Internet, marché à domicile....

Les consommateurs sont de plus en plus soucieux de leur santé et cherchent en ces produits une manière de palier à des carences (supposées ou avérées) ce qui explique clairement cette évolution du marché.

Par ailleurs, une alimentation équilibrée suffit à apporter tous les besoins nécessaires et les carences en nutriments sont très rares en population générale et concernent majoritairement des groupes particuliers de population (femmes enceintes, personnes dénutries, personnes âgées). Au V^{ème} siècle avant J.C, Hippocrate affirmait : « Que ton alimentation soit ta principale médecine » [1]. Avicenne en 792 avait écrit dans « Poème de médecine » les propos suivants : « Si tu tiens à maintenir en bon état le tempérament de quelqu'un, donne lui une alimentation appropriée ».

Les compléments alimentaires sont à la frontière entre aliment et médicament, et malgré tous les bénéfices attendus, ils peuvent présenter un risque pour la population. Il y en a de toutes sortes : vitamines, minéraux, oligoéléments, micro-organismes, plantes et plus récemment les champignons.

Les compléments alimentaires incluant les champignons sont assez méconnus. Et pourtant, à la vue des chiffres, un sentiment de confiance se fait ressentir : qualité industrielle, connaissances scientifiques accrues.

Ces compléments alimentaires, vitamines, probiotiques et autres, sont de plus en plus nombreux et promettent des effets sur la forme profitant d'une législation moins contraignante que les médicaments pour envahir un marché devenu très lucratif.

Nous ferons un petit tour d'horizon dans cette thèse des mentions qu'il faut bien vérifier avant de se décider à consommer des compléments alimentaires naturels dont les substances actives n'exercent pas d'action thérapeutique et n'ont pas vocation à prévenir ou guérir une maladie et encore moins à remplacer un médicament.



Partie1:Généralité sur les compléments alimentaires naturels

1. Définition

Les compléments alimentaires sont définis, comme des "*denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés, commercialisés sous forme de doses, à savoir les formes de présentation telles que les gélules, les pastilles, les comprimés, les pilules et autres formes similaires, ainsi que les sachets de poudre, les ampoules de liquide, les flacons munis d'un compte-gouttes et les autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité*"[1]. Les CA sont des denrées alimentaires régies par une réglementation européenne concernant leur fabrication et leur commercialisation.

Cette définition a permis de statuer sur la position du CA en tant que « denrée alimentaire » et non en tant que médicament. Il convient dès lors de considérer les compléments alimentaires comme des aliments ainsi Les substances constituant les compléments alimentaires n'exercent pas d'action thérapeutique et n'ont pas vocation à prévenir ou guérir une maladie.

La directive européenne 2002/46/CE a été transposée en droit français par le décret 2006-352 du 20 mars 2006 [2]. La majeure partie de la définition des compléments alimentaires y est reprise, mais des précisions sont apportées. Il est notamment précisé que les compléments alimentaires :

- Complètent le régime alimentaire normal

Ainsi, le décret mentionne également :

- Sont des sources concentrées **des nutriments (vitamines et minéraux)**
- **Les substances à but nutritionnel ou physiologique** qui sont " les substances chimiquement définies possédant des propriétés nutritionnelles ou physiologiques, à l'exception des nutriments et des substances ayant fait l'objet d'une autorisation d'emploi dans les denrées alimentaires destinées à une alimentation particulière (sans dépasser les apports journaliers de référence) ainsi que les substances déjà légalement commercialisées dans un autre état membre (ces possédant des propriétés exclusivement pharmacologiques." Il s'agit ici des substances font l'objet d'une acceptation préalable par la procédure de reconnaissance mutuelle) [1].

2. Réglementation des compléments alimentaire naturels

2.1 Réglementation européenne :

Au sein de l'Union Européenne, les compléments alimentaires sont règlementés en tant que denrées alimentaires et sont donc soumis à l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (AESA) ou European Food Safety Authority (EFSA). L'EFSA et le Comité permanent de la chaîne alimentaire et de la santé animale sont les principaux organismes publics chargés d'assister la Commission Européenne (CE) dans la réglementation des compléments alimentaires.

2.2 European Food Safety Authority (EFSA)

L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a été créée en janvier 2002 à la suite d'une série de crises liées à la sécurité des aliments survenues à la fin des années 1990. C'est une source indépendante de conseils scientifique et de communication dans le domaine des risques liés à la chaîne alimentaire.

La tâche essentielle de l'EFSA consiste à fournir des conseils objectifs et indépendants fondés sur les connaissances scientifiques et à assurer une communication claire et fondée sur les informations et les connaissances scientifiques les plus récentes [3]

2.3 Le comité permanent de la chaîne alimentaire et de la santé animale

Ce comité est composé de représentants issus des différents Etats membres et est présidé par un représentant de la Commission Européenne. Il est chargé d'étudier la législation alimentaire générale, la sécurité biologique de la chaîne alimentaire, la sécurité toxicologique de la chaîne alimentaire, les conditions

relatives aux contrôles et aux importations, l'alimentation animale, l'alimentation génétiquement modifiée et risques environnementaux, la santé animale et bien-être animal ainsi que les questions phytopharmaceutiques. Ainsi, le Comité permanent de la chaîne alimentaire et de la santé animale aide la CE dans l'élaboration des mesures concernant les denrées alimentaires [4].

2.4 La directive 2002/46/CE relative aux compléments alimentaires :(aussi appelée «Directive Cadre des compléments alimentaires»).

C'est La principale législation de l'Union européenne dans le domaine des compléments alimentaires.

Cette directive fixe les exigences concernant l'étiquetage ainsi que les dispositions spécifiques en ce qui concerne les vitamines et les minéraux utilisés comme ingrédients entrant dans la composition des compléments alimentaires.

Comme les apports excessifs en vitamines et en minéraux peuvent avoir des effets néfastes sur la santé, la directive prévoit les quantités maximales de vitamines et de minéraux pouvant être ajoutés dans les compléments alimentaires. Ces limites devraient garantir que l'utilisation normale des produits selon les instructions fournies par le fabricant est sans danger pour le consommateur [5] [6].

2.5 Etiquetage des compléments alimentaires

La directive 2000/13/CE prévoit les règles relatives à l'étiquetage et à la présentation des denrées alimentaires. En effet, tout complément alimentaire mis sur le marché européen doit respecter cette directive.

La directive 2002/46/CE vient compléter les obligations d'étiquetage relatives aux compléments alimentaires.

Les produits doivent être vendus sous la dénomination "compléments alimentaires". Les mentions obligatoires à apposer sur l'étiquette des compléments alimentaires sont les suivantes :

- Nom des catégories de nutriments ou substances caractérisant le produit,
- Portion journalière de produit recommandée,
- Avertissement contre le dépassement de cette portion,
- Déclaration pour éviter que ces produits ne soient substitués à un régime alimentaire varié,
- Avertissement indiquant que ces produits doivent être tenus hors de la portée des jeunes enfants.

Leur étiquetage ne doit pas attribuer aux compléments alimentaires des propriétés de prévention, de traitement ou de guérison d'une maladie humaine. Ils ne doivent pas non plus affirmer ni suggérer qu'un régime alimentaire équilibré et varié ne constitue pas une source suffisante de nutriments (que ce soit par l'étiquetage, la présentation ou la publicité).

La quantité des substances nutritionnelles ou physiologiques présentes dans le produit doit être mentionnée sur l'étiquette. La quantité mentionnée doit se rapporter à la dose journalière recommandée telle qu'indiquée sur l'étiquette.

L'étiquetage doit être en français. Les mentions doivent être inscrites à un endroit apparent et être visibles, lisibles et indélébiles. Elles peuvent figurer dans une ou plusieurs autres langues en plus du français [7].



Figure 1 : Schéma illustrant les mentions devant être présentés dans l'étiquetage des Compléments Alimentaires [170].

2.6 Les allégations

a. Définition

Une allégation est définie comme << tout message ou toute représentation, non obligatoire en vertu de la législation communautaire ou nationale, y compris une représentation sous la forme d'images, d'éléments graphiques ou de symboles, quelle qu'en soit la forme, qui affirme, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des caractéristiques particulières >> [8]. Selon Le règlement CE n° 1924/2006 du Parlement Européen et du Conseil de l'Union Européenne du 20 décembre 2006, concernant les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires.

b. Les différents types d'allégations

On distingue 3 types d'allégations :

1. L'allégation nutritionnelle : Toute allégation qui affirme, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des propriétés nutritionnelles bénéfiques particulières de par :

- l'énergie (valeur calorique) qu'elle :
 - fournit ;
 - fournit à un degré moindre ou plus élevé, ou ;
 - ne fournit pas, et/ou ;
- les nutriments ou autres substances qu'elle :
 - contient ;
 - contient en proportion moindre ou plus élevée ;
 - ou ne contient pas.

2. L'allégation de santé: qui affirme, suggère ou implique l'existence d'une relation entre une denrée alimentaire et la santé (exemple : "le calcium est nécessaire à la santé des os")

3. L'allégation relative à la réduction du risque de maladie : qui affirme, suggère ou implique que la consommation d'une denrée alimentaire réduit sensiblement un facteur de risque de développement d'une maladie humaine (exemple : "le calcium diminue le risque d'ostéoporose en favorisant une bonne densité minérale osseuse").

Le règlement prévoit une liste d'allégations autorisées, si un industriel souhaite utiliser une allégation qui n'est pas contenue dans la liste, il doit déposer un dossier de justification auprès de l'autorité de sécurité des aliments ou EFSA (*European Food Safety Agency*), qui transmet, après examen du dossier, un avis à la Commission européenne, qui prend *in fine*, si ce dernier est positif, la décision d'inscription sur la liste[9].

c. Conditions d'obtention d'une allégation

Dans le but de protéger les consommateurs, des dispositions européennes ont été prises. En effet, les fabricants de compléments alimentaires sont contraints de démontrer l'efficacité de leur produit et de justifier les allégations apposées. Selon l'article 6 du Règlement 1924/2006, "Les allégations nutritionnelles et de santé reposent sur des preuves scientifiques généralement admises et sont justifiées par de telles preuves" [8].

Les allégations nutritionnelles autorisées se trouvent exclusivement dans l'annexe intitulé "Allégations nutritionnelles et conditions applicables à celles-ci" du Règlement 1924/2006/CE [8].

L'obtention d'une autorisation pour une allégation de santé est beaucoup plus complexe puisque chaque demande passe par une phase d'évaluation scientifique très poussée.

L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a pour mission principale d'établir une liste positive d'allégations de santé fonctionnelles génériques communément employées au sein de l'Union Européenne. Elle est également en charge de l'évaluation de toutes demandes d'allégations de santé émanant des fabricants [10, 11].

Pour mener à bien ce projet de grande ampleur, l'EFSA a fait appel au groupe d'experts scientifiques NDA (groupe scientifiques de l'EFSA sur les produits diététiques, la nutrition et les allergies). L'EFSA se base sur des études cliniques réalisées sur la population humaine saine comme critères de références dans son évaluation. Ceci implique qu'un très faible nombre d'allégations de santé soient accordées [12].

Les allégations de santé autorisées font l'objet d'une publication sur le site de l'EFSA. Au départ, l'EFSA a reçu plus de 44000 demandes d'évaluation d'allégations de santé fonctionnelles génériques. Après un tri rigoureux, une liste de 4637 allégations a finalement été soumise au groupe de travail NDA, entre juillet 2008 et mars 2010, afin d'être expertisée [13]. En théorie cette mission devait être effectuée au plus tard au 31 janvier 2010, cependant un retard considérable a été pris et à cette date à peine la moitié des allégations proposées avaient été étudiées (avec environ 20% de validation) [14].

En juillet 2011, l'EFSA avait publié 341 avis concernant un total de 2758 allégations fonctionnelles génériques.

Les 1548 allégations relatives aux "produits à base de plantes" ont été mises en attente par la Commission en attendant de connaître la marche à suivre pour expertiser ces dernières [12].

Pour le moment, deux règlements en date de mai 2012 et juin 2013 ont, au final, retenu 230 allégations santé possibles [15, 16].

2.7. Dispositif de vigilance sur les compléments alimentaires :

En juillet 2009, la loi «Hôpital, patients, santé et territoires» a confié à l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) «la mise en œuvre du système de vigilance sur les nouveaux aliments, les compléments alimentaires, les aliments qui font l'objet d'adjonction de substances à but nutritionnel ou physiologique ainsi que sur les produits destinés à une alimentation particulière».

Ce dispositif, officiellement lancé le 29 octobre 2009, repose principalement sur les professionnels de santé (pharmaciens, médecins...) mobilisés pour transmettre à l'AFSSA les déclarations d'effets indésirables observés chez les personnes ayant consommé des compléments alimentaires [17].

Le professionnel de santé remplit une fiche de déclaration, en ligne (www.afssapro.fr/vigilanceca) ou en version papier, à destination de l'AFSSA.

Depuis juillet 2010, une nouvelle structure est née de la fusion de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) et de l'Agence de la Sécurité de l'Environnement et du Travail (AFSSET). Cette nouvelle agence a pour rôle de « contribuer à assurer la sécurité sanitaire humaine dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation», ainsi que de garantir «la protection de la santé et du bien-être des animaux, la protection de la

santé des végétaux et l'évaluation des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des aliments»[18].

2.8-Réglementation marocaine :

Au Maroc, une *Circulaire du Ministère de la Santé (N° 005/97)* oblige maintenant fabricants et importateurs à enregistrer leurs compléments alimentaires avant toute commercialisation dans le pays.

La présente circulaire vient pour définir les caractéristiques de composition auxquelles doivent répondre les compléments alimentaires et prescrit des règles pour leur étiquetage ainsi que pour leur emballage. Elle ne vise que les compléments alimentaires.

Par ailleurs, il convient de circonscrire le champ d'application de cette circulaire en délimitant le domaine des compléments alimentaires par rapport à celui des médicaments.

- Cette circulaire définit et arrête :
- Les champs d'application et les définitions,
- Les modalités d'étiquetage et de présentation,
- La composition et les modalités de fonctionnement du comité technique consultatif d'enregistrement des denrées alimentaires et boissons destinées à une alimentation particulière.

✓ *Procédure d'enregistrement des compléments alimentaires au Maroc :*

La société qui désire enregistrer un produit doit déposer un dossier auprès de la direction du médicament et de la pharmacie – division pharmacie - bureau d'enregistrement, tous les Lundi et Mardi.

Ce dossier comporte la dénomination commerciale du produit, sa composition qualitative et quantitative, les monographies des matières premières, les bulletins d'analyses,...

Le comité consultatif d'enregistrement se réunit pour évaluer le produit. Parmi les membres qui constituent cette commission, il y a les représentants de :

- L'Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires (ONSSA) : elle relève du Ministère de l'Agriculture.
- L'Institut National d'Hygiène (INH).
- La Direction du Médicament et de la Pharmacie (DMP) : division du laboratoire et division de la pharmacie.
- L'Institut Supérieur des Professions Infirmières et Techniques de Santé (ISPITS) anciennement appelé Institut de Formation des Cadres de Santé (IFCS).
- Département de l'épidémiologie et de lutte contre les maladies.
- Direction de la population.
- Hôpital d'enfants (service de pédiatrie).

Les membres de la commission doivent émettre leurs avis de manière favorable ou défavorable suivant l'intérêt du produit, sa composition qualitative et quantitative, l'étiquetage, ...

En cas de discordance technique entre :

- La composition
- L'étiquetage
- Les allégations santé.

Le dossier est jugé non conforme et la commission émet un avis défavorable. Si le dossier est conforme mais il lui manque une pièce purement administrative, la commission peut donner un avis favorable sous réserve de compléter le dossier.

Le Ministre de la Santé délivre sur la base de l'avis du comité consultatif d'enregistrement un certificat d'enregistrement valable 5 ans et renouvelable.

3. La consommation des compléments alimentaires naturels

Après une très forte croissance du marché des compléments alimentaires entre 2000 et 2008 (environ 20% par an), les ventes des Compléments alimentaires ont stagné en 2008 et connu un recul de 6% en 2009, à la suite des restrictions sur les allégations en Europe. Depuis, les ventes sont à nouveau en augmentation chaque année avec environ 2% de croissance prévue pour les années 2014 et 2015 [19].

3.1. Consommation mondiale

Le marché mondial des Compléments alimentaires représentait environ 4% du chiffre d'affaires de l'industrie de la santé [20] avec en 2013, plus de 68 milliards de dollars [21].



Figure 2: Augmentation des prix de vente (RSP retail selling prices) entre 2009 et 2010 des compléments alimentaires et des vitamines (VSD vitamins and dietary supplements) [25].

Plus de 56% de la population américaine consomme des compléments alimentaires [22], ce qui fait des habitants des Etats-Unis les plus grands consommateurs au monde, avec environ 1/3 du marché mondial (20 milliards). Le second pays consommateur de CA est le Japon avec environ 15 milliards de dollars, puis la Chine arrive en troisième position avec 12% du marché mondial. Le marché européen représente environ 14% du marché mondial, et connaît une croissance plus faible que dans les autres parties du globe, sans doute en raison d'une législation plus stricte.

3.2. Consommation européenne

Entre 15 et 20% des Européens consomment des CA [23], ce qui a généré en 2006 un marché d'environ 18 milliards d'euros. Les consommations et les augmentations des ventes sont très variables d'un pays à l'autre. Entre 1997 et 2005, le marché des CA contenant d'autres substances que des vitamines et minéraux (43% du marché) a connu une croissance comprise entre 20% au Royaume-Uni et jusqu'à 21,9% en Pologne [24].

En 2008, les Norvégiens dépensent en moyenne 87 € par an et par habitant en CA, suivis des Italiens avec en moyenne 26 €, 19 € pour les Allemands, 14 € pour les Français et 6 € pour les Espagnols [25]. Les marchés italien et allemand représentent chacun 1/5 du marché européen, 12% des ventes sont liés au marché français et la Suisse représente quelques 2% du chiffre européen.

3.3. Consommation marocaine

Aujourd'hui, plusieurs entreprises marocaines ont investi le marché des compléments alimentaires devenu très dynamique pour trois raisons principales. Premièrement, il y a une prise de conscience de la nécessité de ces produits pour des personnes qui suivent des régimes spécifiques et les grands malades. Deuxièmement, les salles de sport et fitness, de plus en plus nombreuses, sensibilisent leur clientèle à la discipline corporelle nécessitant la consommation des compléments alimentaires. Enfin, le stress de la vie active entraîne plusieurs dysfonctionnements (fatigue, déconcentration...) que les compléments nutritionnels peuvent aider à surmonter.

Actuellement, une vingtaine d'importateurs se disputent un marché estimé à 7 MDH par an. Il est dominé à hauteur de 90 % par les marques françaises

fabriquées par Arco Laboratoires, Forté Pharma, Vitarmonyl et Nutri Santé. Les marques américaines, pourtant les premières arrivées sur le marché marocain, représentent, quant à elles, 10 % des ventes.

Les produits les plus demandés par les consommateurs marocains sont les produits amincissants, le magnésium, les multivitaminés destinés essentiellement aux sportifs, les anti-chutes de cheveux, les compléments pour améliorer la vue ainsi que les produits contre l'asthénie sexuelle. Les professionnels notent également le développement de plus en plus de la demande pour les produits palliant les carences en vitamines chez les enfants.

La demande des compléments alimentaires varie en fonction des régions. Ainsi, c'est dans les régions du Nord et du Centre (notamment dans les villes de Casablanca, Rabat, Marrakech, et Tanger) que l'on compte le plus grand nombre de consommateurs. Par contre, dans le Sud la demande est quasi inexistante. La distribution des compléments alimentaires passe, selon les importateurs, à 90 % par le circuit pharmaceutique et ces produits représentent 3 à 6 % du chiffre d'affaires d'une officine. Et c'est précisément cette raison qu'évoquent les professionnels pour expliquer le faible taux de pénétration de ces produits par rapport aux pays européens, par exemple, où les ventes des compléments alimentaires représentent 20 % du chiffre d'affaires d'une officine [26].



**Partie2 : Les compléments
alimentaires à base de
champignons**

1. Les champignons

1.1. Définition

Aussi appelés mycètes, les champignons se définissent comme des organismes eucaryotes dépourvus de chlorophylle, ce qui les confine dans un mode de vie complètement hétérotrophe [27]. L'hyphe filamenteux, constitué d'une paroi de polysaccharides, est la structure de base de l'organisme fongique [27]. Les champignons sont répartis dans cinq classes : les oomycètes, les zygomycètes, les deutéromycètes, les ascomycètes et les basidiomycètes. Caractérisés par un hyphe pourvu de cloisons et par la présence d'une phase dicaryotique [28], les ascomycètes et les basidiomycètes représentent les « champignons supérieurs » [28].

➤ *Les basidiomycètes*

Les basidiomycètes sont les plus évolués des mycètes [46]. Ils se distinguent par un hyphe cloisonné, chaque segment d'hyphe étant séparé par un dolipore (un type de cloison particulier à ce phylum), par la production de basidiospores issus de basides portées par un basidiocarpe (Figure 3) et enfin, par la présence d'anses d'anastomose au cours de la phase dicaryotique [27, 28]. On compte environ 23 000 espèces de basidiomycètes, distribuées dans plus de 1 400 genres et 40 ordres [27].

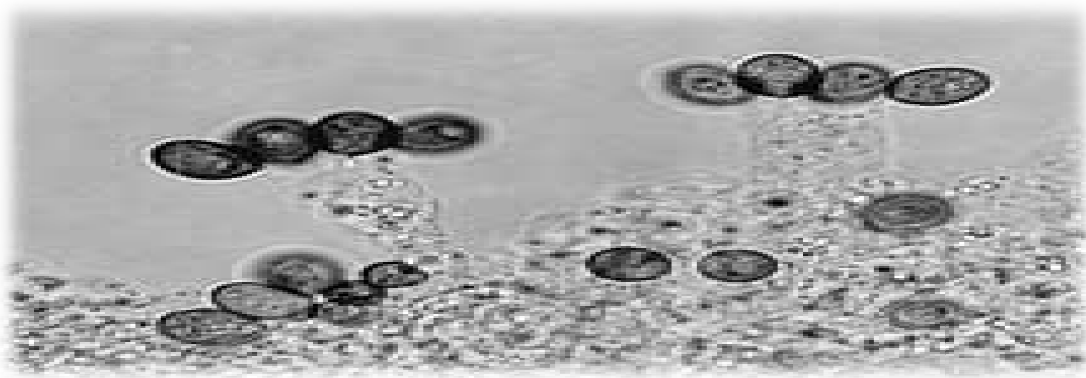


Figure 3: Microscopie à balayage de l'hyménium du basidiomycete *Coprinus cinereus* montrant quatre basidiospores par baside [29].

1.2. Composition chimique des champignons

➤ Généralités

Au même titre que les plantes vertes, les mycètes produisent une vaste variété de molécules, très différentes les unes des autres, issues du métabolisme primaire et du métabolisme secondaire de l'organisme fongique. Bien que leur composition chimique soit passablement variable, tous les mycètes contiennent des glucides (mono- et polysaccharides), des lipides, des protéines, des acides nucléiques (ADN et ARN) et des minéraux en diverses proportions [30]. Ils renferment également des acides organiques, des vitamines, de même qu'une étonnante variété de métabolites secondaires parmi lesquels on retrouve des composés azotés, des composés organohalogénés, des composés phénoliques, des lectines et des terpénoïdes [31, 32, 33, 34].

2. Analyse de champignons utilisés dans les compléments alimentaires

Aujourd'hui, un certain nombre de champignons sont bel et bien intégrés dans les compléments alimentaires. Une liste non exhaustive des principaux champignons rencontrés dans les compléments alimentaires est évaluée à titre d'exemple, afin d'en connaître l'état des recherches scientifiques. Cette liste comporte des champignons en vente dans les pharmacies, mais également sur Internet, et dans certaines boutiques de sports et de bien-être.

2.1 Le shiitake



Figure 4: *Lentinula edodes* [35].

Nom scientifique :

Lentinula edodes

Nom commun :

Lentin du chêne, Shiitake.

2.1.1 Classification

Règne :	Fungi
Division :	Basidiomycota
Classe :	Agaricomycetes
Sous-classe :	Agaricomycetidae
Ordre :	Tricholomatales
Famille :	Omphalotaceae
Genre :	Lentinula

Partie utilisée :

Sporophore

2.1.2 Localisation

A l'état naturel, le shiitake pousse en Extrême Orient, sur le bois de divers feuillus. De nos jours, il est cultivé un peu partout dans le monde.

2.1.3 Caractéristiques

- Chapeau pouvant atteindre les 15 cm de diamètre, aplati, surtout sur le dessus ;
- Sommet généralement brun foncé ou de couleur noire, puis la teinte devient de plus en plus claire vers le bord ;
- Stipe ferme, courbé, cylindrique ;
- Spore de couleur blanche.

2.1.4. Mode de production

Aujourd'hui, le shiitake est l'espèce la plus cultivée après le champignon de Paris. Sa production (méthode japonaise) se fait sur des bûches artificielles ou dans des pots contenant un substrat organique composés de chanvre ou de paille de blé, additionné de son (de blé, de riz, de millet, de maïs ou de seigle), de carbonate de calcium, de gypse et de sucre. Les mycéliums sont ensuite inoculés en salle blanche dans des pots en plastique, où a lieu le début de culture, pendant environ 2 à 3 mois, dans un environnement à 2 °C et 8 % d'humidité. Suite au développement du mycélium secondaire, les capsules sont ouvertes pendant un mois afin de laisser le sporophore se développer jusqu'à la récolte. Dans certains laboratoires, seuls le chapeau est recueilli, avant d'être broyé et de subir un traitement thermique afin d'obtenir un extrait liquide concentré. La méthode chinoise, quant à elle, utilise des substrats à base de terre, ou sur de la sciure de bois.

2.1.5. Activités biologiques

- Activité hypolipomiant : 2 mécanismes d'action permettent d'expliquer cette activité :
 - Présence de l'éritadénine, molécule induisant une diminution du LDL-c et du HDL-c, par la modification du métabolisme hépatique des phospholipides [36, 37].
- Activité anticancéreuse :
 - Présence de lentinane : inhibe la croissance des cellules cancéreuses [38] (amélioration du nombre de guérisons chez les patients avec chimiothérapie + lentinane comparé à chimiothérapie seule), stimule le système immunitaire contre le cancer [39];
 - Prévention de la carcinogénèse dans les colites ulcéreuses chroniques par inhibition du cytochrome p450 1A2 catalysant les composés précancérogènes [40];
 - Protection contre le cancer du côlon à long terme [41].
- Activité anti-hypertensive [39]: inhibition de l'enzyme de conversion [42].
- Activité anti-thrombotique : inhibition de l'agrégation plaquettaire [36], par inhibition de l'adénosine 5 diphosphate [37, 43].
- Activité anti-infectieuse :
 - Activité antibactérienne et antifongique : actif contre *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* [36], *Mycobacterium tuberculosis* par augmentation de la quantité de macrophages [40], effet bactériostatique via la lenthionine sur *Streptococcus spp*, *Actinomyces spp*,

Lactobacillus spp, Prevotella spp, Porphyromonas spp [44], Pseudomonas spp [45].

-Activité antivirale : stimulation de la production d'interféron, diminution de la mortalité de lapin sous le virus de la grippe [36], actif contre le VIH par augmentation de la production de lymphocytes T CD4 [40].

- Activité antipaludique via les lentinanes [39], en traitement prophylactique en diminuant l'apoptose des lymphocytes T CD4, et en activant la réponse immunitaire de type Th1 (immunité cellulaire) par accélération de la maturation des cellules dendritiques [45]. Accélération de la réparation osseuse [36].
- Accélération du processus de renouvellement cellulaire cutané, utilisation cosmétique [36].
- Activité préventive vis-à-vis des caries dentaires par activité bactériostatique sur Streptococcus mutans, et Prevotella intermedia [44].

2.1.6. Posologie

Les données sont insuffisantes pour suggérer un dosage. Au Japon et en Chine, il n'est pas rare que l'on consomme de 6g à 16g de shiitake séché. Certains laboratoires préconisent jusqu'à 1 mg de lentinane par jour.

2.1.7. Effets indésirables :

Hyperéosinophilie si consommation régulière et importante [46], dermatose (Shiitake dermatitis), problèmes gastro-intestinaux [47] .

2.1.8. Précautions d'emploi-interactions :

- Déconseillé chez la femme enceinte et allaitante.
- Précautions d'emploi des polysaccharides :
 - hypocholestérolémiant : risque d'hypocholestérolémie ;
 - hypotenseur : risque d'hypotension ;
 - antiagrégant plaquettaire, anticoagulant : risque de fluidification du sang ;
- Inhibiteur du cytochrome p450 1A2 : interaction directe avec les médicaments métabolisés par ce cytochrome, par potentialisation de leur concentration plasmatique : antidépresseurs imipraminiques (clomipramine amitriptyline), caféine, théophylline, lidocaïne, naproxène, neuroleptiques (chlorpromazine, clozapine, halopéridol, olanzapine), œstrogènes, propranolol, terbinafine, verapamil, warfarine.

2.2 Le maitake



Figure 5: *Grifola frondosa* [49].

Nom scientifique :

Grifola frondosa

Nom commun :

Polypore en touffe, poule de bois, maitake.

2.2.1 Classification

Règne :	Fungi
Division :	Basidiomycota
Classe :	Agaricomycetes
Sous-classe :	incertae sedis
Ordre :	Polyporales
Famille :	Meripilaceae
Genre :	Grifola

Partie utilisée :

Chair du sporophore et mycélium.

2.2.2 Localisation :

Le champignon pousse à l'état sauvage en Asie, en Europe, et dans l'Est de l'Amérique du Nord. On le rencontre à l'état sauvage au pied des chênes et des châtaigniers ou de leur souche, uniquement en été ou en automne. Poussant naturellement sur des souches d'arbres, il n'est cultivé en Europe que depuis peu.

2.2.3. Caractéristiques :

- Sporophore pouvant atteindre 50 cm de diamètre ;
- Chapeaux nombreux, latéraux, bruns ;
- Souches ramifiées à stipes nombreux, pâles ;
- Hyménophore blanchâtre ;
- 2-3 pores par mm
- Consistance cassante.

2.2.4. Activités biologiques :

- Activité antioxydante grâce aux phénols, aux flavonoïdes, à l'acide ascorbique et de l' α -tocophérol qu'il contient [50].
- Activité anti-hypertensive : inhibiteur de l'enzyme de conversion (plus puissant que le shiitake, moins puissant que le captopril), via un peptide (Val-Ile-Glu-Lys-Tyr-Pro) [42, 51, 52].
- Activité anticancéreuse : présence du polysaccharide D-fraction, découvert par le professeur Nanba. Ce polysaccharide se révèle biologiquement plus actif que les lentinanes, mieux absorbé per os (contrairement à la voie IV des lentinanes), et présentant une faible

toxicité et une bonne sécurité thérapeutique. Il permet une augmentation de l'utilisation :

- des macrophages ;
- des cellules NK ;
- des lymphocytes T cytotoxiques ;

Permettant donc :

- d'empêcher les cellules de devenir cancéreuses ;
- d'aider à la prévention des métastases ;
- de stopper ou de diminuer l'augmentation de taille d'une tumeur.

- L'action antitumorale se révèle spécifique :
 - le D-fraction permettrait un ralentissement de la croissance des tumeurs du colon, poumon, estomac, foie, prostate et cerveau principalement [52, 53].
- Le D-fraction s'utilise régulièrement dans certains pays en complément d'une chimiothérapie (effet synergique) [53], notamment en Chine et au Japon.
- Activité antivirale : action anti-VIH, cependant les tests cliniques sont très variables concernant la charge virale et la quantité de LT CD4+. Un seul point positif : la qualité de vie des patients séropositifs seraient amélioré dans 85% des cas [51]. Augmentation de la sensibilité à l'insuline [51, 52, 54, 55], hypoglycémiant [56].
- Activité antiinflammatoire : inhibition des cyclooxygénases de type I et II par l'ergosterol, l'ergosta-4-6-8(14) ,22-tetraen-3-one et 1-oleoyl-2-linoleoyl-3- palmitoylglycerol [56].

- Protection hépatique contre les maladies auto-immunes, et contre l'accumulation des graisses hépatiques [51]. Diminution du VLDL-c et du LDL-c par l'action des fibres (captent les graisses de l'alimentation et des sels biliaires) [51, 57].
- Perte de poids, par la présence de fibres. Apport en vitamine B, ergostérol, magnésium, potassium, calcium, acides gras insaturés. Ne contient ni vitamine C, ni vitamine A.

2.2.5. Posologie

Certaines recommandations préconisent 1,5g à 2g de champignon séché par jour.

2.2.6. Effets indésirables

Aucun connu à ce jour.

2.2.7. Précautions d'emploi-interactions :

- L'utilisation chez la femme enceinte ou allaitante est déconseillée (innocuité non prouvée). Cependant, au Japon, où le champignon est consommé depuis des siècles, on ne signale aucun cas d'effet indésirable lors de la grossesse ou de l'allaitement.

- Utilisation avec prudence chez les patients présentant ou ayant présenté un ulcère gastrique ou duodéal (par inhibition des cox1 & 2).

Précautions d'emploi des polysaccharides :

- Hypocholestérolémiant : risque d'hypocholestérolémie ;
- Hypotenseur : risque d'hypotension ;
- Hypoglycémiant : risque d'hypoglycémie.

2.3. Le reishi



Figure 6: *Ganoderma lucidum* [104].

Nom scientifique :

Ganoderma lucidum

Nom commun :

Ganoderme luisant, reishi.

2.3.1. Classification

Règne	Fungi
Division	Basidiomycota
Classe	Agaricomycetes
Ordre	Polyporales
Famille	Ganodermataceae
Genre	Ganoderma

Partie utilisée :

Sporophore, mycélium

2.3.2. Localisation

Le champignon pousse surtout sur les troncs des pruniers sauvages en décomposition, parfois sur ceux des châtaignes ou des picéas. Très rare à l'état sauvage, il pousse exclusivement en montagne, dans des forêts profondes. De nos jours, il est cultivé dans des milieux artificiels.

2.3.3. Caractéristiques

- Chapeau pouvant atteindre 20 cm de diamètre ;
- Réniforme ou spatulé, latéral, brun-rouge à croûte vernissée, à bourrelets concentriques ;
- Marge plus pâle que le chapeau ;
- Hyménophore blanchâtre à ocracé ;
- 4 à 6 pores par mm ;
- Stipe pouvant aller jusque 25 cm, plus ou moins noduleux, brun-rouge, vernissé ;
- Consistance coriace.

2.3.4. Activités biologiques

Deux classes de molécules se démarquent chez le reishi :

- Les triterpènes ; - Les polysaccharides.
- Les activités induites par les triterpènes sont :
- Anti-agrégation plaquettaire [40, 59], controversée récemment[60] ;
- Antioxydant : protection hépatique et rénale par piégeage des radicaux libres [59] ;

- Antihistaminique : présence de cyclooctasulfur et d'acide oléique dans les spores [59], avec une activité antiallergique périphérique non antihistaminique [61] ;
- Diminution du cholestérol plasmatique : inhibiteur de la cholestérol esterase [40, 59, 62], permettant la digestion des esters de cholestérol; - Antiviral : actif contre HIV-1, HSV (Herpes simplex virus) [59] ; - Anticancéreux : induction de l'apoptose, inhibition de la prolifération cellulaire, suppression des cellules invasives dans le cancer de la prostate [59], et dans le cancer du sein [63-64].
- Les activités induites par les polysaccharides :
 - ✓ Anticancéreux par stimulation du système immunitaire (reconnue comme une molécule du non-soi) [65, 66] ; - Anti-HSV [59, 67].
 - ✓ D'autres activités sont attribuées au reishi, sans connaître précisément la molécule concernée :
 - Activité anti-inflammatoire [59] ;
 - Activité hypotensive par inhibition de l'enzyme de conversion [42] ;
 - Antibactérien contre les Gram + : B.subtilis, G.recinaceum, S.aureus [59].

2.3.5. Posologies

En médecine traditionnelle chinoise, les dosages varient généralement de 1,5g à 9g de champignon séché par jour.

2.3.6. Effets indésirables

Sécheresse de la bouche, de la gorge, des voies nasales, démangeaisons, diarrhées, épistaxis.

2.3.7. Précautions d'emploi-interactions

Déconseillée chez la femme enceinte ou allaitante. Déconseillé en cas de thrombocytopénie (effet anticoagulant), ainsi qu'avant ou après une intervention chirurgicale ou un accouchement. Contre-indiqué en cas d'hypotension artérielle.

Précautions d'emploi des polysaccharides :

- hypoglycémiant : risque d'hypoglycémie ;
- hypotenseur : risque d'hypotension ;
- antiagrégant : risque hémorragique.

2.4. Le pleurote en huître



Figure 7: *Pleurotus ostreatus* [68].

Nom scientifique :

Pleurotus ostreatus

Nom commun :

Pleurote en huître.

2.4.1. Classification

Règne	Fungi
Division	Basidiomycota
Classe	Agaricomycetes
Sous-classe	Agaricomycetidae
Ordre	Agaricales
Famille	Pleurotaceae
Genre	Pleurotus

Partie utilisée :

Sporophore.

2.4.2. Localisation

La pleurote en huître est un champignon que l'on peut trouver à l'état sauvage sur du bois, particulièrement en Europe et en Afrique du Nord. Autrefois cultivé sur des billes en bois ensemencées et enterrées, le champignon pousse en culture sur un substrat stérile de déchets végétaux.

2.4.3. Caractéristiques

- Chapeau pouvant aller jusque 15 cm
- ; - Bombé ou plat, beige, gris, parfois teinté de violeté, à marge obtuse, lisse ;
- Lames blanchâtres, peu décurrentes ;
- Stipe court, excentrique.

2.4.4. Activités biologiques

- ✓ Activité anticancéreuse : protection contre le cancer du sein et le cancer du côlon par arrêt du cycle cellulaire des cellules cancéreuses en G0/G1 et induction de l'expression des protéines p53/p21 (agit comme facteur de transcription, active la réparation cellulaire ou l'apoptose).

De nombreux cancers sont provoqués par une mutation du gène codant la protéine p53 [69]. Activité protectrice vis-à-vis des cyclophosphamides [56].

- ✓ Activité anti-oxydante puissante par diminution du malondialdéhyde (MAD, marqueur du stress oxydant) et augmentation du glutathion, de la vitamine C et de la vitamine E (plus faible chez la personne âgée), ainsi que la superoxyde dismutase (SOD, enzyme antioxydante) [70].
- ✓ Activité hypocholestérolémiant : diminution du VLDL-c, LDL-c, du cholestérol total et des triglycérides grâce à la lovastatine et à la

mévinoline, molécules inhibitrice de l'enzyme HMG CoA réductase permettant la synthèse du cholestérol [71-73].

- ✓ Activité anti-hypertensive en améliorant la réactivité vasculaire [37].
- ✓ Activité anti-inflammatoire par inhibition des cyclooxygénases [72].

2.4.5. Effets indésirables

Des cas de toxicité ont t rapport s chez l'animal : bradycardie, ischémie myocardique, hémolyse (forme injectable) [74], notamment en cas de consommation d'extrait aqueux en grande quantité : paralysie, convulsion, perte de motricité, respiration rapide, hyper salivation, Page 61 toxicité hépatique et rénale [75]. Cette toxicité semble li e à l'ostréolysine, une protéine cytolytique présente dans le champignon [74].

2.4.6. Précautions d'emploi -interactions

- Déconseillé chez la femme enceinte et allaitante.
- Utilisation avec prudence chez les patients présentant ou ayant déjà présenté un ulcèregastrique, ainsi que chez les patients présentant ou ayant présenté des risques de rhabdomyolyse (famille des statines).

Précautions d'emploi des polysaccharides:

- hypoglycémiant : risque d'hypoglycémie ;
- hypotenseur : risque d'hypotension ;
- antiagrégant : risque hémorragique.

2.5. Le Cordyceps sinensis



Figure 8 : *Cordyceps sinensis* [76].

Nom scientifique :

Ophiocordyceps sinensis

Nom commun :

Cordyceps

2.5.1. Classification Règne Fungi

Division	Ascomycota
Classe	Sordariomycetes
Sous-classe	Hypocreomycetidae
Ordre	Hypocreales
Famille	Clavicipitaceae
Genre	Cordyceps

Partie utilisée :

Sporophore et mycélium (la souche la plus utilisée est *Paecilomyces hepiali*)

2.5.2. Localisation

Le champignon a la particularité de se développer dans le corps d'une chenille, *Hepialus fabricius*. Le mycélium se développe à l'intérieur du corps, tandis que le sporophore se développe sous la forme d'un doigt, à l'extérieur du corps de l'insecte. On le trouve au pied des arbres dans les hautes montagnes de la Chine. De nos jours, le mycélium est cultivé sur un substrat de riz. La majorité des études définissant les propriétés pharmacologiques du champignon est réalisée sur la souche de type Cs-4 (*Paecilomyces hepiali*) fermentée (que l'on retrouve majoritairement dans les compléments alimentaires).

2.5.3. Caractéristiques

- Développement dans le corps d'*Hepialus fabricius* ;
- Sporophore marron foncé à noir ;
- Spore de taille comprise entre 5 et 10 μm ;
- Stroma jaune-orangé, pesant 0.06 g. 2.5.8.

Activités biologiques

- ✓ Activité antioxydante : augmentation de l'activité de la SOD et diminution de la MAD chez les personnes âgées [77].
- ✓ Effets sur le système nerveux :
 - Activité anti-sénescence : inhibition de la MAO-b [77] ;
 - Activité inhibitrice et sédative sur le système nerveux central et périphérique [78]
- ✓ Effets sur le système cardiovasculaire :
 - Relaxation aortique [77, 79] ;

- Hypotenseur périphérique par diminution de la résistance vasculaire ;
- ✓ Dilatation des coronaires ; - Dilatation des artères cérébrales ; - Ralentissement de la fréquence cardiaque (effet chronotrope négatif) ; - Antiarythmique ; - Antiischémique ; - Antiagrégant plaquettaire (diminution du nombre d'infarctus) [77] ;
- ✓ Effets sur le système rénal :- Diminution de la régression de la taille des glandes surrénales chez les patients traités par hydrocortisone à moyen et long terme ; - Régénération des tubulures rénales ; - Protection rénale contre les traitements néphrotoxiques (gentamycine, ciclosporine) ;
 - Amélioration des fonctions rénales en cas d'insuffisant rénal chronique [77], augmentation de la quantité d'hémoglobine, du nombre de globules rouges, de la clairance de la créatinine [36].
- ✓ Activités sur l'appareil reproducteur :
 - Augmentation de la libido (Homme et Femme) par stimulation cérébrale et augmentation des hormones sexuelles [81, 82] (notamment la testostérone);
 - Augmentation de la qualité du sperme (spermatogénèse, aminoacides, vitamines, zinc) [77].
- ✓ Activité antitussive : comparable à la codéine [78], expectorante, antiasthmatique par relaxation des muscles bronchiques de la trachée, et par modulation des facteurs inflammatoires et des voies Th1 et Th2 [78, 83]. Protection hépatique, notamment utilisé dans le traitement de l'hépatite B [78].
- ✓ Activité anticancéreuse :

- Aide à la prévention des cancers : antioxydant, modulation de l'immunité, augmentation de l'nergie biologique cellulaire (ATP)
- Adjuvant des traitements anticancéreux (potentialisation de la vincristine, cyclophosphamide,) [78] ;
- Activité directe sur la tumeur par induction de l'apoptose [84] ;
- Meilleure tolérance des rayons et des chimiothérapies ;
- Stimulation des macrophages, inhibition de l'activité des cellules NK en phase de rémission de leucémie, et activation en phase active [77];
- ✓ Activité de protection des cellules sanguines contre les radiations [85].
- ✓ Activité anti-inflammatoire [78] par inhibition des médiateurs de l'inflammation des macrophages [86].
- ✓ Activité sur la glycémie : hypoglycémiant [78], augmentation de la sensibilité à l'insuline [55, 87].

2.5.4. Posologie

Traditionnellement, on recommande de prendre de 5 g à 10 g de poudre de champignon par jour. Au cours des études, on a souvent utilisé un extrait de cordyceps cultivé (*Paecilomyces hepiali*, souche Cs-4), à raison de 3 g par jour.

2.5.5. Effets indésirables

Inconfort gastro-intestinal, nausée, bouche sèche, douleur d'estomac, allergie.

2.5.6. Précautions d'emploi-interactions

Déconseillé chez la femme enceinte et allaitante (innocuité non prouvée).• Précautions d'emploi des polysaccharides :

- hypoglycémiant : risque d'hypoglycémie ;
- hypotenseur : risque d'hypotension ;
- hypocholestérolémiant : risque d'hypocholestérolémie ;
- Antiagrégant plaquettaire, anticoagulant: risque hémorragique ;

2.6. L'enokitake



Figure 9: *Flammulina velutipes* sauvage [88].



Figure 10: *Flammulina velutipes* cultivé [89].

Nom scientifique :

Flammulina velutipes

Nom commun :

Collybie à pied velouté ; enokitake.

2.6.1. Classification

Règne	Fungi
Division	Basidiomycota
Classe	Agaricomycetes
Sous-classe	Agaricomycetideae
Ordre	Agaricales
Famille	Physalacriaceae
Genre	Flammulina

Partie utilisée :

Sporophore, mycélium

2.6.2. Localisation

Le champignon se trouve principalement en Asie où il est cultivé, mais également en Amérique et en Europe.

2.6.3. Caractéristiques

- Chapeau pouvant atteindre 10cm ;
- Bombé à convexe étalé, visqueux à lubrifié, lisse ou ridulé, orangé à brun orangé, plus pâle à la marge ;
- Lames peu serrées, échancrées, jaunâtres
- Stipe souvent courbé, velouté, jaunâtre au sommet et brun à noir en bas.

2.6.4. Activités biologiques

- Activité anti-cancéreuse : présence d'un polysaccharide actif in vivo, mais non in vitro. Mode d'action encore inconnu [89].

-Activité de protection hépatique par l'action des polysaccharides sur les hépatocytes [90]. -Activité antivirale : présence de vélutine, protéine inhibitrice des ribosomes : inhibe la HIV transcriptase reverse, inhibe la glycohydrolase [91].

- Activité hypocholestérolémiante : diminution du LDL-c grâce à la présence des fibres : augmentation de la quantité d'ARNm codant pour le récepteur au LDL et augmentation de la sécrétion fécale de LDL-c [102], pas d'activité inhibitrice de l'HMG-CoA réductase.

-Activité antioxydante : présence de l'ergothionéine, puissant antioxydant contre l'oxydation lipidique et l'auto oxydation d'oxymyoglobine [92].

2.6.5. Effets indésirables

Diarrhée.

2.6.6. Précautions d'emploi- Interactions

Utilisation déconseillée chez la femme enceinte. La vé lutine ne présente pas d'effet tératogène chez l'animal, mais l'innocuité chez l'homme n'est pas prouvée [93]. Contre-indiqué par voie parentérale : présence d'une toxine, la flammutoxine, un polypeptide cardiotoxique et hémolytique [94]. Précautions d'emploi des polysaccharides : en cas de traitements anticoagulant, antiagrégant plaquettaire et en cas de maladie auto-immune, d'ulcère gastro-duodéal.

2.7. Le polypore en ombelle



Figure 11: *Polyporus umbellatus* [95].

Nom scientifique :

Dendropolyporus umbellatus

Nom commun :

Polypore en ombelle, poule des bois, Zhuling (chinois)

2.7.1. Classification

Règne	Fungi
Division	Basidiomycota
Classe	Homobasidiomycetes
Sous-classe	Aphyllorphoromycetideae
Ordre	Polyporales
Famille	Polyporaceae
Genre	<i>Dendropolyporus</i>

2.7.2. Localisation

Champignon assez rare, rencontré principalement à proximité des feuillus, dans les pays européens tels que la Suède, la Pologne, le Danemark, la Finlande, la France ainsi qu'en

Amérique et dans les pays asiatiques où l'espèce est connue depuis longtemps dans la médecine traditionnelle chinoise pour ses qualités thérapeutiques [96].

2.7.3. Caractéristiques

- Sporophore pouvant atteindre 50 cm ;
- Chapeau pouvant atteindre 4 cm, nombreux, circulaire, beige ;
- 1 à 3 pores par mm ; - Stipe ramifié, blanc.

2.7.4. Activités biologiques.

-Activité diurétique :

présence de 3 composés :

- L'ergosta-4,6,8(14),22-tetraen-3-one (ergone), le plus puissant, absorbé par voie orale au niveau intestinal. Activité similaire à celle de l'aldostérone, mais pas hyperkaliémiant (respecte le ratio Na⁺/K⁺) [96, 97] ;
- L'ergostérol ;
- Le D-mannitol [96].

-Activité anticancéreuse par la présence des polysaccharides :

- Augmentation de l'activité immunitaire cellulaire et humorale ;
- Augmentation de l'activité phagocytaire [98] ;
- Augmentation de la maturation phénotypique et fonctionnelle des cellules dendritiques via le TLR-4 [99] ;

- cytotoxicité directe sur la cellule cancéreuse, dans le cancer du côlon, de l'estomac, du foie, et du col de l'ut rus, grâce à leurs antigènes respectifs [100] ;

- Diminution des effets indésirables des chimiothérapies [98].

Présence de polyporustérone A et B ayant : - Une activité antiinflammatoire ;

- Une activité antioxydante ;

- Une activité antiathérosclérose ;

- Une activité antihémolytique ;

- Une activité favorisant la repousse des cheveux [101].

-Activité antiinflammatoire : présence de 3 composés isolés de type ergostane [102].

-Activité antipaludique puissante [103] de l'extrait aqueux.

2.7.5. Effets indésirables

Aucune connue

2.7.6. Précautions d'emploi-interactions

Déconseillé chez la femme enceinte et allaitante

2.8. Agaricus « blazei »



Figure 12: *Agaricus subrufescens* [104].

Nom scientifique :

Agaricus subrufescens

Nom commun :

Himematsutake, Agaricus « blazei », Agaricus brasiliensis.

2.8.1. Classification

Règne	Fungi
Division	Basidiomycota
Classe	Agaricomycetes
Sous-classe	Agaricomycetideae
Ordre	Agaricales
Famille	Agaricaceae
Genre	<i>Agaricus</i>

Partie utilisée :

Sporophore, mycelium.

2.8.2. Localisation

Pousse sur des débris ligneux, le long de la forêt. Aujourd'hui, le champignon est cultivé au Japon, en Chine et au Brésil.

2.8.3. Caractéristiques

- Chapeau pouvant atteindre 18 cm de diamètre ;
- Recouvert de squames, pouvant varier du blanc-gris au brun-rouge terne ;
- Lames libres, de couleur blanchâtre puis légèrement rose ;
- Stipe pouvant aller jusqu'à 15 cm, bulbeux à la base, granuleux ;
- Anneau floconneux à la face inférieure.

2.8.4. Activités biologiques

- Activité anti-cancéreuse : présence d' α et de β -glucanes [105, 106, 107] :

* In vitro : immunostimulation et immunomodulation par stimulation de la maturation des cellules dendritiques, et par inhibition de la voie NF- κ B (facteur de transcription nucléaire agissant directement sur le génome). In vivo :

* par voie orale : - sporophore : antimutagène (inefficace une fois le processus cancéreux engagé),

-activité antitumorale grâce aux polysaccharides (augmentation des cellules NK cytotoxiques) et à la fraction lipidique (ergostérol), qui inhibe la néovascularisation de la tumeur, ainsi que du sodium pyroglutamate qui inhibe le facteur de Willebrand dans les tumeurs et empêche l'immunodépression [103].

- Mycélium : induction des TNF- α et des IL-8 [105].

- Cancer de la prostate : action sur cancer hormonodépendant et hormonoindépendant en inhibant la croissance des cellules cancéreuses de la

prostate par déclenchement de la voie apoptotique et en inhibant l'angiogénèse [108].

-Activité antihyperglycémique : diminution de l'insulino-résistance par augmentation de l'adiponectine [109].

-Activité anti-hypertensive : présence d'acide gammaaminobutyrique [105].

- Activité antiathérosclérose, grâce à la présence des polysaccharides [105].

- Activité antioxydante : présence de tocophérol [110].

- Diminution des Gamma-GT chez les patients atteints de l'hépatite C [105].

2.8.5. Précautions d'emploi-interactions

Déconseillé chez la femme enceinte et allaitante. Quelques cas de dysfonctionnement hépatique ont été rapportés chez des patients cancéreux. Au-delà de 2g/kg/jour, il y a une toxicité : diminution du nombre d'érythrocytes, augmentation de la créatinine, de l'urée et du volume cellulaire. Aucun effet n'a t constat sur l'ADN [111].

Quelques cas de faux positif ont été rapportés concernant le dosage de la 5-Scysteinyl-dopa dans le test de dépistage du mélanome malin au Japon [112].
Inhibiteur du cytochrome p450 1A2 (mêmes précautions que pour le shiitake).

Précautions d'emploi des polysaccharides :

en cas de traitements hypoglycémiant, hypocholestérolémiant, hypotenseur, anticoagulant, antiagrégant plaquettaire et en cas de maladie auto-immune, d'ulcère gastro-duodéal. De plus, un risque allergique important est associé à ces molécules.

2.9. Le tramète versicolore



Figure 13: *Trametes versicolor* [113].

Nom scientifique :

Trametes versicolor = *Coriolus versicolor*.

2.9.1. Classification

Règne	Fungi
Division	Basidiomycota
Classe	Homobasidiomycetes
Sous-classe	Aphylophoromycetideae
Ordre	Polyporales
Famille	Polyporaceae
Genre	<i>Trametes</i>

Partie utilisée :

Sporophore, mycélium.

2.9.2. Localisation

Le champignon se trouve dans les forêts tempérées d'Asie, d'Amérique du Nord, d'Europe. Le mycélium du champignon est cultivé sur substrat solide, ou liquide sous forme de biomasse.

2.9.3. Caractéristiques

- Chapeau pouvant aller jusqu'à 7 cm, très mince jusqu'au support, multicolore, à zones concentriques glabres ou hirsutes ;
- Hyménophore pâle ;
- 3 à 5 pores par mm ;

2.9.4. Activités biologiques

-Activité immunostimulante :

- In vitro : activation des LT, LB, monocytes, macrophages, cellules NK et certaines cytokines ;

- In vivo : pas d'effets sur le système immunitaire des patients non immunodéprimés, mais restaure celui des immunodéprimés (chimiothérapie, tumeur, VIH) [114].

- Activité anticancéreuse : - In vitro : diminution de la croissance des cellules cancéreuses du poumon, du foie et de la moelle épinière ; - In vivo : prophylaxie contre le cancer de l'œsophage, du colon, du sein, du foie, des poumons, de la vessie [114].

-Activité antibiotique : actif contre *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria monocytogenes*, et *Streptococcus pneumoniae* par

activation des Polynucléaires neutrophiles, et par production de cytokines [114].

- Activité antivirale : anti-HIV : PSP inhibe interaction entre la protéine du virus gp120 et les récepteurs CD4, inhibe la transcriptase reverse, et de la glycohydrolase virale [114].

-Activité hépatoprotectrice et analgésique [114, 115].

- Activité antioxydante : augmentation de la production de SOD et de glutathion transférase [115].

2.9.5. Effets indésirables

Aucune connue

2.9.6. Précautions d'emploi-interactions

Déconseillée chez la femme enceinte et allaitante. Contre-indiqué en cas des maladies auto-immunes et greffe de moelle épinière [114].

2.10. L'oreille de Judas



Figure 14: *Auricularia auricula-judae* [116].

Nom scientifique :

Auricularia auricula-judae

Nom commun :

Oreille de Judas

2.10.1. Classification

Règne	Fungi
Division	Basidiomycota
Classe	Phragmobasidiomycetes
Sous-classe	Auriculariomycetidae
Ordre	Auriculariales
Famille	Auriculariaceae
Genre	Auricularia

Partie utilisée

Sporophore

2.10.2. Localisation

Le champignon est très présent en Afrique du Nord et en Europe, et pousse surtout sur les vieux sureaux morts ou en fin de saison. Il doit d'ailleurs son nom à cet arbre, puisque l'histoire dit qu'après avoir trahi J sus, Judas s'est pendu à un sureau.

2.10.3. Caractéristiques

- Sorophore pouvant aller jusqu'à 1 cm, en coupe puis tal irrégulier, souvent en forme d'oreille.
- Hyménophore brun-rouge à pourpré, ridé à veiné.
- Extérieur finement furfuracé, mat, plus pâle.
- Chair élastique.

2.10.4. Activités pharmacologiques

- Activité antioxydante : diminution du niveau de MDA, augmentation de l'activité de la SOD et de la GSH, grâce aux polysaccharides [117, 118].
- Activité anticancéreuse : augmentation de la nécrose et de l'infiltration cellulaire par induction de l'apoptose (augmentation de l'expression du gène Bax pro-apoptotique, Diminution de l'expression de Bcl-2 anti-apoptotique.). La concentration optimale efficace est de 20 mg/kg [119, 120].
- Activité anticoagulante et antiagrégante : présence d'un polysaccharide contenant principalement du mannose, du glucose et de l'acide glucuronique qui catalyse l'inhibition de la thrombine par l'antithrombine. In vivo, une activité antiagrégante similaire à l'aspirine est observée chez les rats [124].

-Activité anti-inflammatoire [121].

2.10.5. Effets indésirable

Syndrome de Szechwan (purpura) si consommation importante

2.10.6 Précautions d'emploi-interactions

Déconseillée chez la femme enceinte et allaitante.


- Précautions d'emploi des polysaccharides : en cas de traitements anticoagulant, antiagrégant plaquettaire et en cas de maladie auto-immune, d'ulcère gastro-duodéal. De plus, un risque allergique important est associé à ces molécules.

3. Des exemples de compléments alimentaires à base de champignons vendus en officine :

Ci-dessous une liste, non exhaustive, de compléments alimentaires à base de champignons retrouvés en officine. Ce tableau met en évidence les différents composants vus dans le chapitre précédent. Les propriétés citées dans les différents tableaux proviennent des notices du conditionnement des produits en question.


3.1. Le Shiitake (*Lentinula edodes*) : Compléments alimentaires

Tableau I: Les produits à base de shiitake

Produit	Composition	Posologie	Propriété
 <p>shiitake-bio-60-gelules [169]</p>	<p>pour 2 gélules :</p> <p>Mycélium de Shiitaké biologique <i>Lentinula edodes</i> 940 mg,</p> <p>Gingembre biologique Zinziber officinale 60 mg</p>	<p>Prendre 1 à 2 gélules / jour</p>	<p>Stimule les défenses naturelles de l'organisme, aide à lutter contre la fatigue et à renforcer l'organisme, Equilibrer le taux de cholestérol sanguin</p>

3.2. Le Maitake (Grifola frondosa) : compléments alimentaires

Tableau2 : Les produits à base de maitake

Produit	Composition	Posologie	Propriété
 <p>Mai-také BIO - 60 comprimés (Maitake/Bêta Glucane) [123]</p>	<p>Pour 2 comprimés: Poudre concentrée de Maitaké 286 mg dont β-glucanes 60 mg</p>	<p>2 Comprimé/j</p>	<p>Renforce le système immunitaire et stimule l'organisme en cas de fatigue chronique, renforce les d fenses naturelles et fortifie les défenses naturelles, Renforce les voies hépatiques et intestinales</p>

Parite 3 : Les compléments alimentaires à base d'algue

1-Rôle écologique des algues

➤ *Source de nourriture*

Les algues sont des producteurs primaires représentant le premier maillon de la chaîne alimentaire. Elles sont capables de convertir l'énergie lumineuse et les éléments nutritifs en composés organiques. Ainsi elles constituent, pour un grand nombre d'organismes (y compris les poissons et les invertébrés aquatiques), une source importante de nourriture.

➤ *Production d'oxygène*

Les algues ont la capacité de libérer l'oxygène contenu dans la molécule d'eau, grâce au processus de la photosynthèse. L'oxygène ainsi libéré participe ensuite à la respiration des organismes aquatiques [125].

➤ *Habitats écologiques*

Les champs sous-marins constituent des habitats écologiques complexes qui participent à l'écosystème local (lieux de ponte, zones d'ombrage) mais aussi à la protection des côtes [126].

2- Domaines d'utilisation des algues:

A cause des propriétés de plusieurs de leurs éléments, les algues ont été et sont encore utilisées à de nombreuses fins :

2- 1- Alimentation :

L'alimentation est la principale utilisation des algues dans le monde, elle représente 75% de l'exploitation totale. On trouve des représentants chez les

algues brunes et rouges essentiellement mais aussi chez les algues vertes et bleues [127].

L'algue est un aliment traditionnel qui présente un intérêt nutritionnel connu et exploité depuis de nombreuses années par les populations du Sud-est asiatique.

Des études épidémiologiques menées en Asie avaient mis en évidence une incidence plus faible des cancers du sein, du colon et de la prostate liée à leur régulière consommation [129].

La valeur nutritionnelle des algues peut s'expliquer en grande partie par la présence conjointe de trois grandes catégories de composants (fibres, minéraux et protéines), mais également par la présence de métabolites présentant des propriétés antioxydantes et anti radicalaires tels que les caroténoïdes, les polyphénols, les vitamines ainsi que les acides gras polyinsaturés [128] :

- **Les fibres :**

Les algues constituent des sources importantes de fibres (33 à 61% de la composition totale) qui facilitent le transit intestinal. Leurs structures sont variées et originales, différentes des fibres des végétaux terrestres. La fraction de fibres solubles, constituée selon l'espèce d'agar-agar, de carraghénanes, d'alginate, de xylane, de fucane, de laminarane et d'ulvane offre un intérêt particulier lié à la nature chimique originale des monomères constitutifs [129].

- **Les éléments minéraux :**

Les algues puisent dans la mer une richesse indéniable d'éléments minéraux. La fraction minérale peut représenter jusqu'à 36% de la biomasse sèche. La diversité des éléments représentés est énorme: calcium, sodium, magnésium, potassium, phosphore, iode, fer, zinc, ...etc.

✓ **Calcium:**

Les algues constituent une des sources végétales de calcium les plus importantes avec des teneurs pouvant atteindre 6% de la masse sèche chez les macroalgues (*Ulvasp.*). Encore plus intéressant, l'algue calcaire lithothamne contient de 25 à 34% de calcium. Le calcium du maërl se solubilise très bien dans les conditions gastriques (pH=1,5) et produit quantitativement du calcium ionisé bio disponible.

✓ **Magnésium:**

L'algue calcaire lithothamne est également une source très intéressante de magnésium: de 1,7 à 3,3% de magnésium (par rapport au poids sec). Les différentes macroalgues sont également bien pourvues en magnésium, en particulier les algues vertes avec *Ulva sp.* (Teneur moyenne de 4,7g/100gMS) et *Enteromorpha sp.* (Teneur moyenne de 3,7g/100gMS)[128].

✓ **L'iode:**

L'effet de l'iode des algues brunes sur la thermogénèse et la lipogénèse est lié à son incorporation dans la structure moléculaire des deux hormones thyroïdiennes : la triiodothyronine (T3) et la tétraïodothyronine (thyroxine ou T4). Cette sécrétion endocrinienne contrôle les grandes fonctions vitales dont la thermogénèse et l'homéostasie glucidique et lipidique qui sont étroitement liées à la prise de poids.

La teneur en iode des algues est exceptionnelle. Les meilleures sont les algues brunes avec les laminaires et les fucales qui peuvent accumuler de 1500 à 8000 mg/kg sec et de 500 à 1000 mg/kg sec, respectivement. Les teneurs dans les algues rouges et vertes sont plus modestes (de 100 à 300 mg/kg) [129].

- **Les protéines:**

La teneur en protéines des algues marines est variable. Une microalgue comme la spiruline en contient jusqu'à 70% de la matière sèche. Chez les macroalgues, certaines espèces d'algues rouges possèdent une fraction protéique (30–40% de la matière sèche) comparable du point de vue quantitatif, à celle des légumineuses.

- **Les lipides:**

La teneur lipidique des algues est très faible: de 1 à 5% de la matière sèche. Cependant, du point de vue qualitatif, les lipides algaux présentent une proportion en acides gras essentiels importante: les algues rouges contiennent des taux élevés d'acides gras polyinsaturés à 20 carbones [128].

- **Les vitamines:**

La composition vitaminique des algues est intéressante, malgré les grandes variations saisonnières dont elles sont sujettes. L'ensemble des vitamines est bien représenté par les groupes **A**, **B1**, **B2**, **B6**, **B12**, **C**, **D** et **E**. L'intérêt principal réside dans la vitamine **B12** dont les teneurs sont assez importantes dans les algues contrairement aux plantes terrestres qui en sont totalement dépourvues.

Chez les *porphyra sp* la teneur en vitamines est très élevée, avec des quantités importantes de vitamine A, complexe B, et C, mais la durée de conservation de la vitamine C peut être abrégée en produit séché.

- **Les antioxydants:**

Ils contribuent directement ou indirectement à l'inhibition ou à la suppression de la génération de radicaux libres [129].

2-2- L'industrie agro-alimentaire:

Les algues sont largement utilisées en industrie agro-alimentaire, les agars, les carraghénanes et les alginates sont des extraits d'algues qui entrent dans de nombreux aliments de l'industrie agro-alimentaire.

❖ Les agars (E 406):

Les agars (E406) sont des dérivés du métabolisme des algues rouges qui sont essentiellement employées dans l'industrie agro-alimentaire [127].

L'agar-agar est obtenu essentiellement à partir des espèces du genre *Gracilaria sp*, *Gelidium sp* et *Porphyra sp*. Les agars de haute qualité proviennent des *Gelidium*.

C'est un agent gélifiant qui reste stable à des températures élevées. Ce produit est thermoréversible à plus de 85°C et se resolidifie lorsqu'il est refroidi.

Un grand nombre d'études a démontré les propriétés antioxydantes des caroténoïdes algaux et le rôle qu'ils jouent dans la prévention de plusieurs pathologies liées au stress oxydatif [128].

L'agar-agar est utilisé dans l'industrie agro-alimentaire en tant qu'agent épaississant et stabilisant pour les tartes, crèmes glacées et autres plats préparés. Il est également utilisé pour la fabrication de confiseries car il n'a pas de goût et le sucre augmente sa puissance gélifiante.

Aussi, Les agars constituent une bonne alternative aux gélatines d'origine animale [130].

❖ Les carraghénanes (E407)

Les carraghénanes sont des substances extraites d'algues ayant des propriétés gélifiante, épaississante et stabilisante. Elles sont extraites notamment des algues

rouges comme le *Chondrus crispus* (le lichen carragheen). Elles sont très utilisées dans les industries alimentaires sous le code E407 [131].

2-3- Agriculture:

❖ Les engrais :

Depuis longtemps les populations littorales fertilisaient leurs terres à l'aide de macroalgues, surtout avec les grandes algues brunes qui sont recueillies généralement au niveau des plages, puis lavées et coupées.

Au Royaume-Uni, la pratique consistait à mélanger les macroalgues avec du sable, de laisser pourrir et puis de les enterrer. En Argentine les macroalgues vertes, qui sont jetées à terre en été, sont compostées et ensuite utilisées dans les cultures de plants de tomates. L'ajout du compost augmente la capacité de rétention de l'eau et la croissance de la plante, ce qui résolve les problèmes de pollution de l'environnement et sert comme engrais naturel organique.

Actuellement, les broyats d'algues marines sont vendus sous forme de poudres, de liquides ou de crèmes. Ils peuvent être disposés au pied de la plante cultivée ou pulvérisés sur ses feuilles. Ce conditionnement permet d'être exporté et exploité dans des régions éloignées du littoral.

La richesse en minéraux des algues permet d'améliorer la composition des sols appauvris, elles ont des teneurs appropriées en azote et en potassium mais les teneurs en phosphore sont plus faibles que celles disposées par le fumier traditionnel et les engrais chimiques.

Les colloïdes, quant à eux, ont pour rôle de retenir l'eau des sols, de fixer le limon et de réduire l'érosion des terres cultivables.

Le maërl est le nom commun d'un engrais dérivé d'algues rouges calcaires. Les algues corallines *Phymatolithon calcareum* et *Lithothamnion*

coralloïdes sont les composants importants du maërl. Il est commercialisé principalement comme engrais pour l'agriculture, pour l'amélioration des sols, en horticulture principalement pour remplacer la chaux comme conditionneur de sol agricole [127] [129].

✓ **Traitement phytosanitaire:**

Les macroalgues contiennent des composés (phytohormones telles que les cytokinines, les auxines et les gibbérellines) qui favorisent la germination, la croissance des tiges ou des feuilles et la floraison.

Depuis quelques années, il existe sur le marché, des extraits liquides d'algues brunes appartenant aux laminaires ou aux fucales (essentiellement *Ascophyllum* et *Ecklonia*). Ces extraits sont fortement dilués car ces substances doivent agir à des doses infimes.

Ces extraits après pulvérisation sur des champs expérimentaux, semblent apporter aux plantes de larges bénéfices par leur composition en oligoéléments, ainsi qu'en substances hormonales de type cytokinines et bêtaïne. Certains de ces composés agissent comme des agents de protection biologique contre les maladies des plantes en stimulant leurs défenses naturelles [127].

❖ **Aliments pour les animaux d'élevage:**

Les algues sont aussi utilisées en agriculture comme ingrédient dans la fabrication d'aliments pour le bétail. Des farines d'algues entrent dans la composition de nombreux aliments pour animaux d'élevage y compris les poissons ou les crevettes [130], [131].

Culture in vitro :

L'agar a permis l'essor de la culture *in vitro* en horticulture [131]. Il est aussi utilisé afin de conserver les semences en les enrobant d'un gel de faible teneur en matières minérales [127].

2-4 Médecine et pharmacie:

L'implication des algues dans la santé est incontournable. Selon les espèces considérées, les algues contiennent des immunostimulants, des agents antiviraux et antibactériens, des agents anticancéreux ou anti proliférateurs, des agents anticoagulants et anti-inflammatoires, ainsi que des puissants antioxydants et des anti-radicalaires ou encore des agents anti nociceptifs [132].

2-4-1-Utilisation des algues dans le domaine médical

Dans la médecine ancienne on traitait le goitre avec les fucus et les laminaires sans savoir au départ que leur concentration en iode était à l'origine des bienfaits.

Dans la médecine ancienne on traitait le goitre avec les fucus et les laminaires sans savoir au départ que leur concentration en iode était à l'origine des bienfaits.

Il existe une grande variété d'algues qui possèdent des applications médicales diverses :

❖ *Lithothamnium calcareum*: Lithothamne

Cette algue fixe le calcium et le magnésium sur ses parois cellulaires. Le Lithothamne est rose lorsque les cellules internes sont vivantes mais à leur mort, il devient blanc. Il se forme une couche de sédiment marin plus ou moins épais que l'on nomme Maërl. On l'utilise en rhumatologie pour neutraliser l'acidité de l'organisme (rhumatisme, arthrose) et combler les pertes minérales

(décalcification, ostéoporose) en apportant du calcium disponible. Sa richesse en carbonate de calcium est mise à profit pour réduire les acidités gastriques. La source naturelle de magnésium régule les réactions neuro-musculaires d'où son utilisation dans des médicaments anti-stress.

❖ *Asparagopsis armata*

Elle élabore des composés organiques riches en silicium qui franchissent aisément l'épiderme et le derme. Elle possède des propriétés bactéricides d'où leur utilisation en cosmétologie dans la confection de certaines crèmes.

- Les petites corallines (algues marines rouges à concrétion calcaire dont *Corallina*)

Ces algues sont constituées à 70% de calcium, raison pour laquelle on les utilise en application sur des os traumatisés et dans les chirurgies osseuses.

On trouve d'autres algues avec des actions particulières telles *qu'Undaria pinnatifida* qui est cardiotonique ou *Cladonia rupestris* qui a des propriétés antivirales.

Certaines ont des propriétés :

- ✓ Hypocholestérolémiant: *Laminaria*, *Porphyra* et *Chondrus*.
- ✓ Anticoagulante : *Laminaria*, *Pterocladia* et *Corallina*
- ✓ Hypoglycémiant: *Cystoseira* et *Corallina*
- ✓ Hypotensive : *Laminaria* et *Chondrus*
- ✓ Muco-protectrice digestive: *Gelidium*, *Gracilaria*, *Pterocladia*, *Chondrus*, *Euchema* et *Hypnea*
- ✓ Laxative: *Laminaria*, *Fucus vesiculosus* et *Chondrus*.

Mais leurs applications pour lesquelles les indications sont reconnues en pratique médicale sont apportées essentiellement par :

➤ *Laminaria digitata*

Son activité reminéralisante et reconstituante permet une meilleure résistance à la fatigue d'où son emploi pour les asthénies et les convalescences. Elle possède jusqu'à 500 fois plus d'iode que l'eau de mer, oligo-élément reconnu pour sa capacité à augmenter la thermogénèse favorisant le processus d'amincissement.

En plus, elle a des indications pour traiter l'artériosclérose, l'arthrose, la constipation, la déminéralisation, les hypothyroïdies, les retards de croissance ou encore les troubles de mémoire.

➤ *Fucus vesiculosus*

Cette algue également riche en iode agit sur la surcharge pondérale. La présence de mucilages solubles favorise le transit intestinal. Ses nombreux oligo-éléments (cuivre, zinc, brome, silice, chrome et sélénium) et vitamines permettent de fortifier et de stimuler l'organisme avec une meilleure résistance à la fatigue physique, intellectuelle et psychique. Elle possède également des indications pour l'artériosclérose, l'arthrose, la déminéralisation ou encore l'hypothyroïdie.

➤ *Chondrus crispus*

Sa vertu repose sur la présence de fibres, les carraghénanes qui régulent le transit par leurs propriétés gélifiantes et leur pouvoir épaississant. Les autres indications concernent le traitement des bronchites chroniques, des gastrites, des hémoroïdes et de la surcharge pondérale.

➤ *Ascophyllum nodosum*

Ses richesses en vitamines et minéraux sont mises à profits pour traiter les déminéralisations.

2-4-2- Utilisation des algues dans le domaine pharmaceutique

• *Excipients de médicaments:*

Les agars sont très utilisés comme excipients dans l'industrie pharmaceutique pour leurs propriétés gélifiantes, stabilisantes et épaississantes. Ils sont stables, inertes et forment des gels réversibles par leur solubilité dans l'eau. Leurs propriétés stabilisantes sont intéressantes pour des solutions contenant de l'alcool ou du cholestérol. Quant à leurs propriétés gélifiantes, elles sont employées notamment dans la confection des pommades et des suppositoires, mais aussi comme lubrifiant en chirurgie et comme agents de suspension du sulfate de baryum en radiologie.

Par ailleurs, l'acide alginique est utilisé comme agent désintégrant et dispersant. Il gonfle en présence de l'eau assurant ainsi une dispersion rapide du médicament. On rencontre cette propriété avec de très faibles doses de cet excipient.

• *Les pansements et compresses:*

Les compresses stériles, telles que l'Algostéril® (dispositif de classe III) ont prouvé leur efficacité lors de multiples études. Ces compresses obtenues par tissage de fils fins d'alginate de calcium sont couramment utilisées dans de nombreux services notamment ceux de néphrologie/dialyse, diabétologie, chirurgie viscérale et moyen séjour.

Il existe également des mèches d'alginate de calcium (extrait du tissu de soutien rigide de certaines espèces d'algues brunes: *Laminaria hyperborea*

stériles (Coalgan®) ou des compresses (Coalgan-H®), dispositifs de classe IIb. Elles sont utilisées dans les saignements cutanés et muqueux, au niveau des points de ponction, ou encore dans le cas d'épistaxis ou d'extraction dentaire. Coalgan-H® s'utilise chez l'enfant, l'adulte, la femme enceinte ou encore les patients présentant des troubles de l'hémostase congénitaux ou acquis (sous-anticoagulants, antiagrégants plaquettaires).



Figure15 : Compresses hémostatiques constituées de fibres d'alginate de calcium issu d'algues marines

- **Médicament contre le reflux gastro-oesophagien (RGO)**

Dans ce médicament c'est l'alginate de sodium lui-même qui est le principe actif. Il est associé dans la spécialité Gaviscon® au carbonate de sodium. Ce médicament sert de protecteur de la muqueuse œsophagienne. Le carbonate de sodium n'est pratiquement pas absorbé par le tube digestif et agit en neutralisant l'acidité gastrique. Ce médicament présente une indication spécifique, celle du traitement des RGO.

Cette pathologie correspond à des brûlures au niveau de la jonction entre l'oesophage et l'estomac du fait du mauvais fonctionnement du sphincter (entre ces deux organes) qui doit empêcher les remontées acides.

Le Gaviscon® se transforme immédiatement dans l'estomac au contact du liquide acide en un gel mousseux léger (le carbonate se décompose en libérant le gaz carbonique), visqueux (dû au précipité d'alginate) et dont le pH est proche de la neutralité. Ce gaz en se mêlant à l'acide alginique permet son maintien à la surface du bol alimentaire. Le gel ainsi formé persiste durablement pendant 2 à 4 heures à la partie supérieure de l'estomac et s'évacue au fur et à mesure de la vidange gastrique, sans en modifier le transit. Les alginates sont totalement éliminés par voie digestive car ils ne sont pas résorbables.



Figure1 6: Médicament protecteur de la muqueuse oesophagienne

Toutefois, ce médicament peut diminuer l'absorption digestive des médicaments administrés simultanément. C'est pourquoi, il est conseillé de prendre les antiacides à 2 heures de distance des autres médicaments.

- Le Gaviscon ® a trois propriétés physicochimiques :
 - Sa légèreté lui permettant de flotter au dessus du contenu gastrique.

- Sa viscosité et sa cohérence qui forment une barrière physique qui diminue voire s'oppose au reflux. Si la régurgitation est trop importante, c'est le gel qui sera reflué en premier dans l'oesophage, formant un film entre la paroi de l'oesophage et le liquide gastrique.
- Son pH alcalin se substitue au pH acide du liquide de reflux. Le Gaviscon® augmente le pH de 2 unités au niveau du cardia, sans modifier le pH du reste de l'estomac.

• **Utilisation des agars en bactériologie :**

Les agars en bactériologie jouent le rôle d'agent gélifiant intervenant dans l'élaboration des milieux de culture. Ils sont neutres, ne sont pas altérés par les bactéries et n'influent pas sur les substances de croissance. Leur principal avantage réside dans l'absence de contaminants qui peuvent inhiber la croissance des micro-organismes, mais également dans leur transparence. Toutes ces qualités ont abouti à leur utilisation par les chercheurs pour l'élaboration des vaccins [127].

3- Principales espèces d'algues utilisées dans les compléments alimentaires

3.1 La spiruline :



Figure 17 : *Spirulina platensis* vue au microscope [133]

Nom scientifique : *Spirulina platensis*

Nom commun : Spiruline

3.1.1 Classification :

La Spiruline est une cyanobactérie (anciennement désignée par le terme «algue bleue» puis cyanophycée). Elle appartient donc au domaine des bactéries (*Bacteria*) et se classe parmi les bactéries Gram négatives. Les cyanobactéries forment l'essentiel des bactéries capables de photosynthèse avec production d'oxygène et peuvent être unicellulaires ou pluricellulaires [134].

▪ Embranchement	<i>Cyanophyta</i>
▪ Classe	<i>Cyanophyceae</i>
▪ Ordre	<i>Nostocales (=Oscillatoriales)</i>
▪ Famille	<i>Oscillatoriaceae</i>
▪ Genre	<i>Spirulina</i>
▪ Espèce	<i>platensis</i>

Partie utilisée :

L'algue complète

3.1.2 : Localisation :

La Spiruline se développe préférentiellement dans des eaux chaudes, alcalines et riches en nutriments azotés et phosphorés. Plus communément, elle s'observe dans les eaux saumâtres, ainsi que dans les lacs salins des régions tropicales et semi-tropicales. Son caractère thermophile et ses besoins importants en lumière limitent son aire de répartition à une bande intertropicale située environ entre 35° de latitude Nord et 35° de latitude Sud. Sa forte plasticité écologique permet de la retrouver à l'état naturel à la fois dans les lacs alcalins en Afrique (Tchad, Ethiopie, Tunisie), en Amérique latine (Mexique, Pérou), en Asie du Sud (Inde, Sri Lanka, Thaïlande). Cet organisme est dit ubiquiste. Il est, cependant, beaucoup moins abondant en Amérique du Nord et en Europe.

3.1.3 : Caractéristiques :

La Spiruline est une cyanophycée microscopique d'une longueur moyenne d'environ 250µm. Elle est composée de filaments mobiles de 10 à 12µm de

diamètre non ramifiés et enroulés en spirale, généralement en 6 ou 7 spires. Cette forme hélicoïdale lui donnant l'allure d'un minuscule ressort lui a valu son appellation de «Spiruline» [134].

3.1.4 : Composition chimique de la spiruline :

La spiruline, extraordinaire source d'énergie, contient naturellement quasiment tous les éléments essentiels à notre santé, ce qui en fait le complément alimentaire idéal de chacun.

Protéines :

La spiruline est l'organisme connu le plus riche en protéines végétales: de 55 à 70%de son poids sec. Les protéines de la spiruline renferment tous les acides aminés essentiels à un bon équilibre naturel de l'organisme, dont les8acides aminés essentiels, qui ne peuvent être synthétisés par l'organisme [135].

Acide aminé	%	Acide aminé	%
Asp	0.9	Met*	0.8
Thr*	0.5	Ile*	1.3
Ser	0.6	Leu*	0.8
Glu	1	Tyr	3.3
Pro	0.3	Phe*	2.5
Gly	0.6	His	4.7
Ala	1	Lys*	1.9
Val*	1.3	Arg	2.1

Non inclus Trp* et Cys *Acide aminé essentiel

Tableau III: Composition en acides aminés de *Spirulina platensis*[136]

Ce spectre d'acides aminés montre que la valeur biologique des protéines de la spiruline est élevée et pourrait sûrement être optimisé par les procédés de culture. Par exemple, il a été noté une variation du contenu en protéines de 10 à 15% selon le moment de la récolte par rapport à la photopériode. Ainsi les valeurs les plus fortes étant obtenues au début de la période lumineuse [136]. Il convient, toutefois, de préciser qu'on ne peut espérer fournir plus d'une quinzaine de grammes de protéines par jour *via* une consommation raisonnable de spiruline. Cette quantité représente environ un quart à un tiers des besoins quotidiens en protéines pour une personne de 60 kg (AJR : 0,7 à 1 g/kg). Toutefois, dans le cas d'enfants souffrant de malnutrition, il serait réaliste d'inclure jusqu'à 10 g de spiruline dans la ration quotidienne, ce qui peut représenter, suivant le poids de l'enfant, plus de 50% de l'apport protéique recommandé [137].

Enfin, la spiruline présente un grand intérêt comme complément alimentaire riche en protéines chez les jeunes enfants dont le poids varie entre 15 à 20 kg [138].

- **Lipides et acides gras :**

La composition en lipides totaux se caractérise par un bon équilibre entre acides gras saturés et acides gras polyinsaturés. La composition des principaux acides gras révèle la présence d'une forte concentration en acides gras essentiels, incluant des *oméga-3* et des *oméga-6* qui préviendraient l'accumulation de cholestérol dans l'organisme.

L'*acide gamma-linolénique* constitue jusqu'à 40% des acides gras de la spiruline, qui figure parmi les meilleures sources connues d'acide gamma-linolénique. Cette richesse lui confère un intérêt biologique particulier puisque

que cet acide gras est un précurseur des prostaglandines, molécules ayant une activité anti-inflammatoire et immunostimulante au sein de l'organisme [138],[137].

Acide gras	%
Palmitique (16:0)	25,8
Palmitoléique (16:1) oméga-6	3,8
Stéarique (18:0)	1,7
Oléique (18:1) oméga-6	16,6
Linoléique (18:2) oméga-6	40,1
Gamma-linolénique (18:3) oméga-6	40,1
Alpha-linolénique (18:3) oméga-3	Traces

Tableau IV: Composition en pourcentage des principaux acides gras de *Spirulina platensis* [134]

- **Les glucides :**

Les glucides constituent 15 à 25% de la matière sèche des spirulines. Ces hydrates de carbone composent notamment sa membrane cellulaire. Les parois cellulaires des spirulines s'apparentent à celles des bactéries Gram-positives puisqu'elles sont formées de glucosamines et d'acide muramique associés à des

peptides. Les formes primaires des hydrates de carbone sont le rhamnose et le glycogène, deux polysaccharides facilement absorbés par l'organisme. D'autres polysaccharides comme le calcium-spirulan (Ca-SP) sont composés de rhamnose, ribose, mannose, fructose, galactose, xylose, glucose, acide glucuronique, acidegalacturonique, sulfate et calcium. Cependant les glucides simples ne sont présents qu'en très faibles quantités.

Acides nucléiques (ADN et ARN) :

On rapporte des valeurs de 4,2 à 6% d'acides nucléiques totaux dans la matière sèche chez *Spirulina platensis* [136].

La richesse en acides nucléiques d'un aliment peut induire à terme une production importante d'acide urique par dégradation biochimique des purines. L'excès de cet acide peut entraîner à la longue des calculs rénaux et des crises de gouttes. Il est admis que la dose maximale d'acides nucléiques tolérables à long terme est de 4g/j pour un adulte. Il faudrait consommer 80g de Spiruline sèche pour atteindre cette dose (la quantité de Spiruline usuellement consommée ne dépasse pas 10g de matière sèche) [134].

Vitamines :

- **Vitamines liposolubles**

Les trois vitamines liposolubles trouvées chez la spiruline sont le β -carotène, précurseur de la vitamine A, la vitamine E et la vitamine D [136].

- **Provitamine A (β -carotène) :**

La spiruline se distingue par sa richesse en β -carotène (jusqu'à 80% des caroténoïdes totaux) convertible chez l'Homme en vitamine A. L'absence de vitamine A libre permet d'éviter tout risque d'hypervitaminose A puisque

l'accumulation de β -carotène, à l'inverse de celle de rétinol, n'est pas toxique [138].

➤ **Vitamine E (Tocophérols) :**

On trouve 50 à 190 mg de vitamine E par kg de spiruline, teneur comparable à celle des germes de blé. Les propriétés antioxydantes du tocophérol pour les acides gras insaturés pourraient expliquer la bonne conservation de ces derniers dans la spiruline séchée [139].

Vitamines	Quantités <i>mg/100g de matière sèche)[136]</i>
β -carotène	4 à 200mg/100g
Tocophérol (vitamine E)	10 à 19mg/100g
Vitamine D	12000U soit 0.3mg/100g

Tableau V: Composition en vitamines liposolubles de *Spirulina platensis*

➤ **Vitamines hydrosolubles :**

La spiruline est très riche en vitamines du groupe B, notamment en vitamine B12 puisqu'elle en contient 4 fois plus que le foie de veau. Même si la biodisponibilité de cette vitamine B12 n'est pas clairement établie (seulement 17% serait absorbée et donc active chez l'Homme), la spiruline demeure une source exceptionnellement élevée pour un végétal.

Vitamine	Teneur (mg/kg)	Besoin/jour (adulte) (24-25)
B1	34-50	1.5 mg
B2	30-46	1.8 mg
B6	5-8	2.0 mg
B12	0.10-0.34*	0.003 mg
Niacine	130	20 mg
Folate	0.5	0.4 mg
Panthoténate	4.6 - 25	6 - 10 mg
Biotine	0.05	0.1 - 0.3 mg
C	traces	15 - 30 mg

* hors pseudo-vitamine B12

Tableau VI : Teneur de la spiruline en vitamines hydrosolubles [139]

❖ Vitamine B12 :

Bien que la teneur en vitamine B12 de la spiruline soit exceptionnelle pour un végétal, la biodisponibilité de ce complexe B12 chez l'homme est remise en cause. Watanabe (2007) avance que la plupart des cyanobactéries utilisées en complément alimentaire contiennent une part prédominante de pseudo vitamine B12, inactive chez l'homme [134].

➤ Minéraux et oligo-éléments :

La richesse de la spiruline en fer (10 grammes de spiruline correspondent à environ 80 % des AJR), dont la biodisponibilité est deux à trois fois supérieure à celle de la viande, se révèle très intéressante pour améliorer les anémies ferriprives liées aux malnutritions protéino-énergétiques [138].

Une étude menée par Johnson en 1986 sur des rats carencés en fer a montré que ceux qui consommaient de la spiruline avaient absorbé 60% de fer de plus

que le groupe qui recevait une supplémentation en fer[140]. Cette biodisponibilité a aussi été démontrée chez l'homme. La spiruline est donc potentiellement une bonne source alimentaire en fer pour lutter contre les anémies ferriprives [136].

Le Calcium et phosphore sont présents à des taux comparables à ceux retrouvés dans le lait et dans des proportions qui excluent tout risque de décalcification par apport excessif de phosphore. La spiruline est aussi une bonne source de magnésium biodisponible chez l'Homme. Le potassium est richement représenté dans la spiruline, atout intéressant dans les pays industrialisés où le rapport sodium/potassium est souvent trop élevé. Enfin, Il est possible d'enrichir des souches de spiruline en certains oligoéléments (Zinc, Sélénium...) en modifiant leur milieu de culture [138].

➤ **Les pigments :**

La Spiruline contient des chlorophylles dont la chlorophylle *a* (typique des végétaux), des caroténoïdes dont le principal est le β -carotène et des phycobiliprotéines telles que la phycocyanine et la phycoérythrine.

Pigments	Teneur en pigments en mg/10g
Chlorophylles totales	115
Chlorophylle a	61-75
Caroténoïdes (orange)	37
Phycocyanine (bleu)	1500-2000
Phycoérythrine (rouge)	2900-10000

Tableau VII: Teneurs en pigments exprimées en mg/10g de matière sèche de *Spirulina platensis* [134].

Les phycobiliprotéines sont des pigments protéiques constitués d'un chromophore et d'une apoprotéine liés par une liaison covalente de type thioéther. La structure du chromophore (groupement tétrapyrrolique de type – biline), proche de celles des acides biliaires de l'organisme, est à l'origine de la bonne assimilation intestinale des phycobiliprotéines. Parmi elles, on trouve : la phycocyanine (protéine majeure de la spiruline, représentant 15 à 20% du poids sec de l'algue) et l'allophycocyanine, pigment de couleur bleue, rare dans la nature ; la phycoérythrine et l'allophycoérythrine, pigments rouges. Les phycobiliprotéines s'associent au niveau de la membrane externe des thilacoïdes pour former une structure macromoléculaire: le phycobilisome qui capte la lumière et la véhicule vers les photosystèmes.

La phycocyanine est responsable de la couleur caractéristique bleue de l'algue. Plusieurs études menées *in vitro* lui attribuent des propriétés antioxydantes dont découlerait un grand nombre d'activités biologiques (anti-inflammatoire, anti-cancéreuse, antivirale, immunostimulante, inducteur de l'hématopoïèse...etc).

3.15 : Activités biologiques :

✓ Activité antioxydante :

Depuis quelques années, les antioxydants font l'objet d'un engouement extraordinaire chez tous les chercheurs en biologie médicale. A l'origine de cet intérêt, une découverte majeure concernant tous les processus dégénératifs : sous l'influence du soleil, du tabac, du stress, de la pollution, ou d'une alimentation déséquilibrée, nos cellules s'abiment et parfois meurent. Ce phénomène, bien connu aujourd'hui sous le nom de stress oxydatif, serait la principale cause du vieillissement et de l'apparition de plus de deux cents pathologies allant de

l'artériosclérose au cancer en passant par le diabète et les maladies inflammatoires.

Un des moyens pour qu'une substance interfère dans ces processus est d'agir comme antioxydant ou scavenger. Pour répondre à cette demande croissante de trouver des composants qui montrent une activité pharmacologique, de nombreux chercheurs ont étudié l'activité antioxydante de la phycocyanine sous divers aspects.

L'activité antioxydante de la spiruline est liée à la phycocyanine [136],[134].

✓ **Activité anti-inflammatoire :**

L'activité inhibitrice sur l'inflammation de la phycocyanine est une combinaison d'action non enzymatique par des propriétés antioxydantes et enzymatiques, par inhibition sélective de la cyclo-oxygénase 2[136].

✓ **Activité anticancéreuse :**

Une consommation journalière de phycocyanine permet de maintenir ou d'accélérer les fonctions des cellules, et ainsi de prévenir des tumeurs malignes comme les cancers, ou d'inhiber leur croissance ou leur récurrence.

Aussi, Schwartz et Sklaront ont prouvé en 1987 que le β -carotène extrait de la Spiruline inhibait la carcinogénèse chez les hamsters. Ils ont démontré plus tard que l'extrait de Spiruline prévenait le développement de tumeurs, à de très faibles doses.

✓ **Renforce le système immunitaire :**

D'après un brevet japonais de 1983, la phycocyanine, le pigment bleu commun aux cyanobactéries et constituant environ 15% de la Spiruline, est extraite et administrée oralement à des rats, auxquels on a injecté des cellules tumorales. Il a été trouvé que les survivants à ce traitement avaient un taux de

lymphocytes supérieur à celui des rats n'ayant pas ingéré de phycocyanine, comme si leur système immunitaire avait été stimulé [141].

La Spiruline régulerait favorablement le système immunitaire en augmentant l'activation des macrophages, l'activité des cellules T et l'activité des cellules naturellement destructrices (NK). Ce processus permettrait la libération des gamma-interféron (IFN - γ), ce qui pourrait éventuellement rendre les virus inactifs. Ces actions se feraient par le biais des polysaccharides [29].

✓ **Activité antivirale :**

L'activité antivirale de la Spiruline, liée au sulfoquinovosyldiacylglycerol riche en sulfolipides, interviendrait selon deux mécanismes :

- ✓ Inhibition de la pénétration des virus (Hayashi et al., 1996)
- ✓ Inhibition de la phase de réplication des virus.

Le composant lipide SQDG (sulfoquinovosyldiacylglycerol) de *Spirulina platensis* riche en sulfolipides a démontré par expérience in vitro sa capacité à inhiber la RT du HIV-1 et du HIV-2 alors que ce dernier est naturellement résistant à cette classe de molécules (Kiet Pham Quoc et Chastel, 2006).

✓ **Activité anticoagulante :**

Liée au Spirulane Calcique (Sp-Ca) et au Spirulane Sodique (Sp-Na). Le Spirulane Calcique (Sp-Ca) agirait en activant le cofacteur II de l'héparine, molécule qui inhibe la thrombine, donc la coagulation (Hayakawa et al. 1996, 2000, 2003). Yamamoto et al. (2003) montrent de leur côté les effets anticoagulants du Spirulane Sodique (Sp-Na), autre polysaccharide sulfaté spécifique à la spiruline [134],[138].

❖ *Effets contre le diabète, l'obésité et l'hypertension :*

D'après Takai et al. (1991), la fraction soluble dans l'eau de la Spiruline a la propriété de diminuer le taux de glucose dans le sérum. Par ailleurs, Becker et al. ont montré en 1986 qu'un complément en Spiruline de 2,8g/3fois/jour pendant 4 semaines entraînait une réduction du poids corporel chez les obèses. D'autre part, Iwata et al. (1990) ont noté une suppression de l'hypertension chez les rats, suite à un apport de Spiruline [141].

❖ *Activité hypolipémiante :*

Le premier rapport sur la réduction du cholestérol sanguin par la Spiruline a été réalisé sur des rats par Devi et Venkataraman en 1983. Depuis, plusieurs chercheurs ont confirmé ces hypothèses par des expérimentations sur l'homme. En 1984, Kato et al. ont démontré que le taux de cholestérol diminuait lorsque l'alimentation était complétée de 16% par de la Spiruline. Dans une étude similaire réalisée sur des rats en 1987, Iwata et al. ont prouvé qu'une alimentation enrichie à 5, 10 et 15% de Spiruline engendrait une diminution significative du cholestérol total, des triglycérides et des phospholipides. Sur les essais réalisés sur l'homme, on a remarqué qu'un régime régulier à la Spiruline de 4,2 g/jour pendant 4 semaines engendrait une diminution du cholestérol et une baisse significative de dépôts graisseux dans les artères. Cependant, si l'administration de Spiruline est discontinuée, le taux de cholestérol reprend sa valeur de départ. Ce phénomène serait dû à l'augmentation de l'activité d'une enzyme, la lipoprotéine lipase, enzyme clé dans le métabolisme des triglycérides et des lipoprotéines.

o Effet protecteur contre les radiations : D'après Schwartz et al. les molécules protectrices présentes dans l'extrait de Spiruline agissent comme facteurs stabilisants de l'ADN. On observe alors une diminution des

micronucléus induits par les rayons γ . Des expériences conduites sur des enfants victimes de Tchernobyl auxquels on a administré de la Spiruline pendant 45 jours, ont montré une augmentation des cellules-T supresseurs et d'hormones. La radioactivité de leurs urines a diminué de 83% [136].

3.1.5 Posologie :

Les dosages recommandés de spiruline varient de 1 à 5g par jour.

3.1.6 Effets indésirables :

Consommée en trop fortes quantités dès le début d'un traitement, la spiruline peut générer des maux de tête. Son effet détoxifiant sur l'organisme peut entraîner des effets secondaires légers, lorsque les doses sont trop élevées en début de traitement. Elle peut alors déclencher, en plus des migraines, une légère fièvre. Toujours lorsque la dose est trop importante, la spiruline peut causer une constipation ou, au contraire, une diarrhée. Des points rouges, de faibles douleurs à l'estomac, des selles noires ou vertes peuvent survenir (dus à son effet détoxifiant sur le côlon). Au-delà de 10g par jour, le foie peut être affaibli, de manière passagère, et des problèmes rénaux peuvent apparaître. Lorsqu'ils se manifestent, il convient de diminuer les dosages, puis de les augmenter de nouveau, de façon progressive.

Interactions : Aucune interaction de la spiruline avec des médicaments n'a été constatée. Il n'existe pas d'interactions connues avec des plantes médicinales ou des compléments [142]. Précautions d'emploi : Les femmes enceintes ou celles qui allaitent doivent éviter de prendre de la spiruline. Elle est contre-indiquée aux personnes souffrant de la goutte ainsi qu'à celles souffrant de phénylcétonurie. La spiruline est contre-indiquée en cas de fièvre et à toute personne présentant une allergie aux algues. Elle est également déconseillée aux

personnes ayant des calculs rénaux ou qui ont un taux élevé d'acide urique dans le sang. Il est très important de vérifier la provenance de la spiruline, car cette micro-algue absorbe facilement les polluants et les métaux lourds, présents dans le lieu de production. [142],[143].

3.2 Le fucus vésiculeux :



Figure18 : *Fucus vesiculosus* [144]

Nom scientifique : *Fucus vesiculosus*

Noms communs : Fucus, fucus vésiculeux, varech vésiculeux.

Classification : Le fucus ou varech vésiculeux est une espèce d'algues brunes de la famille des Fucaceae. On en trouve dans la mer du Nord, dans la Baltique occidentale, dans l'océan Pacifique et dans l'océan Atlantique [145] [146].

Embranchement :	Chromophyta
Classe :	Phaeophyceae
Ordre :	Fucales Famille Fucaceae
Genre :	Fucus Espèce vesiculosus
Partie utilisée :	le thalle.

3.2.1 Caractéristiques :

Le fucus vésiculeux est une algue brune fixée sur les rochers à l'aide d'un petit crampon en forme de disque. Ce crampon donne naissance à un stipe cylindrique court et souple qui se divise presque à la base et donne naissance à une fronde plane traversée par une côte médiane saillante allant jusqu'à l'apex. Les rameaux ont une marge ondulée, ils sont linéaires et presque toujours dichotomes et portent de part et d'autre de la côte des vésicules aérifères sphériques et lisses de la taille d'un petit pois souvent groupées par deux de façon quasi symétrique. En période de reproduction, en bout de thalle, on observe des renflements fourchus de couleur claire correspondant aux organes reproducteurs également groupés par paires. Le thalle a la texture du cuir et sa couleur oscille entre le brun-olive, le jaunâtre foncé et le brun noir. Il peut mesurer de 15cm à 1m de longueur pour une largeur de 0,5 à 4 cm [147].

3.2.2 Composition chimique du fucus:

- Iode
- Polyphénols
- Polysaccharides et mucilages : acide alginique, fucoïdine, laminarine, fucanes, fucose,
- Acides uroniques, sucres neutres. Oligo-éléments : cuivre, zinc, sélénium, calcium, magnésium, potassium, sodium,
- Soufre, silicium, fer. Protéines : tous les acides aminés.
- Vitamines : acide folique, vitamines C et B[148].

3.2.3 Activités biologiques :

o Activité amaigrissante :

Le fucus est un coupe-faim naturel, c'est pourquoi il peut être utilisé par les personnes qui veulent maigrir. Lorsqu'il est consommé avant le repas, il accroît la sensation de satiété. Cette dernière est provoquée par l'augmentation de volume des mucilages, se situant au niveau des thalles, suite à leur réhydratation dans l'estomac.

Aussi, le fucus favorise la résorption des tissus graisseux par stimulation endocrinienne et régularisation du métabolisme des graisses. Cette action se manifeste au bout de 2 à 3 semaines et se localise dans les régions du corps envahies par le tissu adipeux (hanches, ventres, nuques)[149]. Parmi les compléments alimentaires à base de *Fucus vesiculosus*, certains sont formulés pour combattre la cellulite et l'excès du poids. Ces actions sont dues en partie à la richesse en iode de l'algue mais également à la présence de polysaccharides, de polyphénols et d'oligoéléments [128].

o Propriétés antiasthéniques:

Le Fucus est un excellent stimulant de l'organisme, il permet de lutter contre la fatigue. Il favorise, en outre, les échanges entre les cellules et les polysaccharides qu'il contient et qui sont responsables dans la stimulation du système immunitaire.

o Propriétés laxatives:

Le fucus constitue un laxatif doux. Cette propriété est due aux alginates qu'il contient et qui facilitent le passage des selles à travers le tube digestif.

o Activité stimulatrice de la glande thyroïde :

La teneur en iode du Fucus est exceptionnelle, il aide à stimuler la sécrétion de l'hormone thyroïdienne qui assure l'équilibre du métabolisme humain [149]. L'effet de l'iode des algues brunes sur la thermogénèse et la lipogénèse est lié à son incorporation dans la structure moléculaire des deux hormones thyroïdiennes: la triiodothyronine (T3) et la tétraïodothyronine (thyroxine ou T4). Cette sécrétion endocrine contrôle les grandes fonctions vitales dont la thermogénèse et l'homéostasie glucidique et lipidique qui est étroitement liées à la prise de poids [128].

o Activité anti-inflammatoire :

En usage externe, le Fucus est utilisé dans le traitement des rhumatismes. Il calme surtout les douleurs siégeant au niveau des petites et moyennes articulations [150].

o Activité anticoagulante :

Le fucoïdane est un puissant inhibiteur de l'agrégation plaquettaire. Il a une activité spécifiquement anticoagulante similaire à celle de l'héparine avec de bonnes qualités potentiellement anti thrombotiques [151].

Une fraction de fucoïdane a été isolée du Fucus vésiculosus avec 40 à 50% de l'activité anticoagulante de l'héparine [152].

3.2.4 Posologie :

L'apport journalier en iode étant limité, il est recommandé de ne pas consommer plus de 250 mg de poudre de Fucus par jour sur de longues durées. Ces recommandations s'appliquent également aux autres formes de préparations.

- Poudre (à diluer): de 100 à 250mg par jour.
- Par voie orale: pour lutter contre l'obésité et les goitres: décoction de 2g par litre d'eau pendant cinq minutes. Consommer un litre par jour.

- En extrait aqueux : de 0,50 à 2g par jour.
- Teinture mère (laxatif, lutte contre l'obésité, comblement de carences) : de 20 à 50 gouttes par jour. Lors d'un traitement prolongé, il convient de ne pas dépasser 120 microgrammes d'iode par jour, soit 120 à 240mg de Fucus en poudre. Extrait fluide : de 5 à 15 gouttes par jour.

3.2.5 Effets indésirables :

Une consommation prolongée de Fucus peut entraîner une hypersensibilité ou une hyperthyroïdie avec palpitations, stress, insomnies. Une surconsommation d'iode peut entraîner des lésions de la peau, un développement de l'acné, une salivation abondante ou des irritations gastriques. Il est recommandé de ne pas dépasser 150 microgrammes d'iode par jour sur une durée prolongée.

➤ Interactions :

Pas d'interaction relevée avec d'autres plantes médicinales ou compléments. Les extraits de Fucus ne doivent pas être consommés en même temps que des médicaments traitant l'hypoglycémie ou le diabète ni avec tout médicament ayant une action sur le taux de sucre dans le sang, car cette algue peut entraîner une diminution du taux de sucres sanguins. Le Fucus ne doit pas être consommé en même temps qu'un traitement contre l'hyperthyroïdie. Le Fucus peut diminuer la vitesse de coagulation. Il ne doit donc pas être consommé en même temps que des médicaments anticoagulants.

3.2.6 Précautions d'emploi :

Une consommation régulière et de longue durée de Fucus peut entraîner un apport excessif en iode. Les algues commercialisées sous diverses formes

(gélules, boissons, ampoules) sont dosées différemment selon les préparations. Il convient de vérifier avec attention les étiquettes [148]. Le Fucus ne doit pas être utilisé par les enfants de moins de 15 ans et les femmes enceintes, car il peut provoquer une hypothyroïdie fœtale. Il est aussi proscrit pour les femmes qui allaitent car l'iode est susceptible de passer dans le lait maternel.

3.3 Le lithothamne :



Figure19 : *Lithothamnium calcareum*

Nom scientifique : *Lithothamnium calcareum*

Nom commun: Lithothamne, maërl

3.3.1 Classification : [153]

Embranchement :	Rhodophyta
Classe :	Floridophycideae
Ordre :	Corallinales
Famille :	Corallinaceae
Genre :	Lithothamnium
espèce :	calcareum
Partie utilisée :	Le thalle

3.3.2 Caractéristiques :

Petite algue rouge de 2 cm, représentée par des bourgeons calcifiés réunis en amas, de la taille d'une noix. Cette algue une fois séchée ressemble à du corail blanc qui lui vaut l'étymologie de son nom en rapport avec l'aspect calcaire obtenu. Le milieu marin du lithothamne est fortement agité et oxygéné par les marées et l'agitation de la mer. Le lithothamne a la particularité de cristalliser sur son thalle les minéraux de l'eau de mer (plus particulièrement le carbonate de calcium). Cet environnement particulier, lui révèle une composition exceptionnelle en oligo-éléments [154].

3.3.3 Composition chimique du lithothamne :

Le lithothamne alimentaire, est constituée du squelette de l'algue morte, sa composition en carbonate de calcium le rend d'une grande biodisponibilité. Il contient essentiellement des minéraux et oligoéléments (calcium, sodium, iode, soufre, fer, magnésium sous forme de carbonate, de chaux et de magnésie , silice, manganèse, fluor, molybdène, bore, cuivre, cobalt, nickel, sélénium, zinc, argent, titane, strontium ...etc) mais aussi un faible pourcentage d'acides aminés (proline, lysine, acide aspartique et glutamique) ainsi que des alginates. Résidu minéral : 98-99% } Résidu organique : 0,5-1% (Proline, acide glutamique, acide aspartique, lysine) } [154] [155].

3.3.4 Activités biologiques :

o **Antiacide** : Sa composition basique (pH égal à 9) et ses composants fortement assimilables par l'organisme (carbonate de calcium) jouent un rôle dans le rééquilibrage acido-basique de l'organisme. Le carbonate de calcium fortement alcalin constitue un excellent antiacide neutralisant l'excès d'acidité gastrique

mais aussi l'acidité de l'organisme (acidose tissulaire) qui accompagne de nombreux problèmes de santé.

o Minéralisant : 72 Le calcium est essentiel à la minéralisation osseuse. Il favorise la croissance, la régénérescence, l'entretien et la solidité du squelette osseux. Sa richesse en carbonate de calcium biodisponible optimise son assimilation par l'organisme. Sa richesse et la qualité de ses minéraux et ses oligoéléments, associés à son action alcalinisante, expliquent l'intérêt du lithothamne dans l'ostéoporose et la santé des os et des cartilages [155].

o Antifatigue : L'action reminéralisante rend le lithothamne efficace contre les états de stress, de fatigue chronique, de nervosité et de troubles du sommeil [154].

3.3.5 Posologie :

- En gélules : 2 gélules 2 à 3 fois par jour (au cours des repas) avec un grand verre d'eau (2 à 3g).
- En poudre micronisée: 2 à 3 cuillerées à café par jour (2 à 3g).

3.3.6 Précautions :

- Ne pas associer au vinaigre ni à des boissons acides.
- Ne pas consommer lors d'un régime strict sans sel (contient du sodium) [48]. - Déconseillé en cas d'insuffisance rénale.
- Risque d'interaction avec certains pansements gastriques à base d'hydroxyde d'aluminium [156].

3.4. La chlorelle :



Figure 20: *Chlorella vulgaris* vue au microscope [157]

Nom scientifique : *Chlorella Vulgaris*

Nom commun : La chlorelle

Classification :	
Embranchement :	Chlorophyta
Classe	Trebouxiophyceae
Ordre :	Chlorellales
Famille :	Chlorellaceae
Genre :	Chlorella
Espèce	vulgaris [158]
Partie utilisée :	Cellules brisées [159].

3.4.1 Caractéristiques :

Chlorella vulgaris est une algue verte unicellulaire eucaryote d'eau douce. Elle est de forme ronde ou ellipsoïde, d'un diamètre moyen de 5µm. Elle possède un chloroplaste pariétal contenant de la chlorophylle a et b ainsi que des

caroténoïdes comme pigments accessoires, un pyrénoloïde, des thylakoïdes, des grains d'amidons et du matériel génétique. L'amidon est la réserve majeure de glucides de la cellule. D'autres organites sont également présents dans la cellule: un noyau, des mitochondries, de petites vacuoles, des gouttelettes lipidiques, des ribosomes (Van Den Hoek et al., 1995). La membrane cellulaire externe est composée de trois membranes contenant de la glucosamine (Takeda, 1993 ; Allard et al. 2000)[160].

3.4.2 Composition chimique :

- Protéines et fibres: Les protéines constituent plus de 50% de la composition de la chlorelle.

-Pigments : Parmi lesquels la chlorophylle et la lutéine sont en concentration exceptionnelle.

-Lipides: Sont notamment des acides gras essentiels polyinsaturés de type oméga 3 Vitamines : Elle contient la plupart des vitamines importantes dont les vitamines B1, B6 et B12 qui se trouvent d'habitude dans la viande et les produits laitiers.

- Minéraux : Potassium, calcium, magnésium, oligoéléments tels que le fer, le zinc, le sélénium sont présents dans la chlorelle [161].

3.4.3 Activités biologiques :

La chlorelle a une activité détoxifiante de l'organisme, elle est capable de capter et de neutraliser les métaux lourds (mercure, cadmium, plomb, arsenic, aluminium...), certains pesticides, insecticides, engrais chimiques et toxines diverses en les éliminant par les voies naturelles. - Elle renforce également les défenses immunitaires, elle est antioxydante (elle retarde le vieillissement

cellulaire), assainit la flore intestinale (elle favorise la santé des bactéries probiotiques), protège le foie, soulage les ulcères de l'estomac, diminue les mauvaises graisses dans le sang, améliore la résistance et l'endurance et favorise la cicatrisation. - Grâce à ses propriétés «coupe-faim», la chlorelle accompagne les régimes amincissants ou amaigrissants.[162].

3.4.4 Effets indésirables :

Les éventuels effets indésirables décrits sont les nausées, les maux de tête, la diarrhée, la fatigue, des réactions de type allergique et une photosensibilisation.

3.4.5 Précautions:

Les femmes enceintes ou qui allaitent doivent éviter de prendre des produits à base de Chlorella. Les compléments alimentaires contenant cette algue sont riches en vitamine K; de ce fait, les personnes recevant un traitement pour fluidifier le sang (anticoagulants de la famille des antivitamines K) doivent s'abstenir de prendre ce type de produit [163]. La chlorelle est contre-indiquée en cas de surcharge en fer (hémochromatose) en raison du fer biodisponible qu'elle contient [162].

3.5 Le lichen de mer (Mousse d'Irlande, Pioka) :



Figure 21: *Chondrus crispus* [164]

Nom scientifique :

Chondrus crispus

Noms communs :

Lichen de mer, Lichen carragheen, Pioka, Mousse d'Irlande

3.5.1 Classification : [165]

Embranchement	Rhodophyta
Classe	Florideophyceae
Ordre	Gigartinales
Famille	Gigartinaceae
Genre	Chondrus Espèce crispus

Partie utilisée : le thalle

3.5.2 Caractéristiques :

Chondrus crispus est une algue rouge dont le thalle dressé d'une dizaine de cm, non ramifié, se divise par dichotomie et de manière assez irrégulière sur la partie supérieure. Les lanières peuvent être soit aplaties et très larges, soit

étroites et longilignes. Sa base, est discoïde et sa texture, cartilagineuse. Sa couleur qui varie du rouge foncé à violacé, peut devenir partiellement verte dans les endroits exposés à la lumière. *Chondrus crispus* peut se repérer également grâce à des reflets bleutés, luisants à l'extrémité de ses lanières. On la rencontre dans la partie haute de l'estran, en particulier dans les flaques laissées par la mer. De la Norvège jusqu'aux côtes de la Mauritanie [166].

3.5.3 Composition chimique :

C. Crispus est la source majeure d'une matière colloïdale polysaccharidique: le carraghénane, qui représente près de 80% de la masse de l'algue et qui a des propriétés gélifiantes très puissantes [167]. Elle contient des fibres alimentaires, des lipides (acides gras saturés, mono et polyinsaturés), des minéraux et des oligoéléments (sodium, magnésium, phosphore, potassium, calcium, manganèse, fer, cuivre, zinc, iode, sélénium) ainsi que des antioxydants (polyphénols) et des vitamines (A, D, C, B1, B2, B3, B5, B6, B9) [168].

3.5.4 Activités biologiques :

La mousse d'Irlande est expectorante et adoucissante pour les bronches (efficace en cas d'affections bronchiques) [167]. Elle possède aussi des propriétés laxatives (traitement symptomatique de la constipation) [169].



**Partie4 : Les compléments
alimentaires à base de
plantes**

1.1. Définitions

Les substances végétales utilisées sont parfois des plantes entières, le plus souvent des parties de plantes (racines, écorce, sommités fleuries, feuilles, fruits, graines, etc.), entières ou fragmentées en l'état mais aussi des sucres retirés par pression ou incision du végétal vivant (oléorésines, gommes, latex, etc.) n'ayant pas subi de traitement spécifique.

Les préparations à base de plantes peuvent être obtenues par traitement de substances végétales, comme l'extraction, la distillation, l'expression, le fractionnement, la purification, la concentration ou la fragmentation. Elles comprennent les substances végétales concassées ou pulvérisées, les extraits, les huiles essentielles, les jus obtenus par pression et les exsudats traités.

1.2. Champ d'application

Les produits concernés sont les compléments alimentaires à base de plantes, consommés pour leurs propriétés nutritionnelles et/ou physiologiques. Un complément alimentaire à base de plantes est constitué de végétaux ou de substances végétales ou isolés à partir de ceux-ci ou de préparations à base de plantes à l'exclusion des plantes ou des préparations de plantes possédant des propriétés pharmacologiques et destinées à un usage exclusivement thérapeutique ou d'associations de plusieurs substances végétales (dès lors que leur mélange est autorisé) mélange ou préparations à base de plantes combinées ou pas à d'autres ingrédients et/ou autres nutriments.

Un complément alimentaire à base de plantes est destiné à un consommateur ayant un profil physiologique normal pour le maintenir en état d'homéostasie (L'homéostasie se définit comme la situation corporelle d'une

personne en bonne santé dont les activités physiologiques fonctionnent dans les limites de ce qui est considéré comme normal).

Il ne doit en aucun cas s'adresser à un état pathologique, relevant exclusivement du domaine de la thérapeutique. La frontière entre « effets thérapeutiques » et « effets physiologiques » doit être gardée à l'esprit, d'autant que des plantes dites « ambivalentes » peuvent être utilisées tant dans les compléments alimentaires que dans les médicaments à base de plantes.

Les plantes conduisent à deux types de métabolites :

- ceux issus d'un métabolisme primaire : protéines, lipides, glucides, vitamines, fibres et sels minéraux : les produits qui en sont issus ont généralement un but nutritionnel et leur emploi ne pose pas de problème majeur

- ceux provenant d'un métabolisme secondaire : alcaloïdes, polyphénols, caroténoïdes, coumarines, quinones, terpènes, lignanes, etc. et qui font l'objet d'une utilisation de plus en plus fréquente à des fins physiologiques ; leur statut réglementaire peut être variable selon les Etats de commercialisation [171].

1.3. Les plantes autorisées dans la composition des compléments alimentaires

Pour rappel, **540 plantes** sont autorisées en **France**, dont 73 font l'objet de restrictions spécifiques. En comparant les listes belges et roumaines, 632 espèces apparaissent communes aux deux listes, 246 plantes sont propres à la liste roumaine et 36 à la liste belge [172]. Ainsi, avec l'adoption de nouvelles listes par certains états membres de l'Union Européenne, c'est près d'un millier de plantes supplémentaires qui peuvent entrer dans la composition des compléments alimentaires en France par le biais du principe de reconnaissance

mutuelle. Cela représente trois fois le nombre de plantes inscrites dans la Pharmacopée.

De plus, il est à noter que dans le catalogue Novel Food, sur le site de la Commission Européenne [173], certaines plantes ne figurant pas dans les listes citées précédemment sont répertoriées avec le statut de complément alimentaire (avant le 15 mai 1997). C'est le cas par exemple de *Desmodium gangeticum* ou encore d'*Agropyron cristatum*. Ainsi elles n'entrent pas dans le champ des nouveaux aliments. Les « novel food » sont en effet des aliments ou ingrédients alimentaires non consommés dans la Communauté européenne avant 1997. Ces plantes pourraient donc potentiellement être rajoutées aux listes européennes citées. Ce point reste encore à approfondir [172].

1.4. Analyse de plantes utilisées dans les compléments alimentaires

I. Desmodium gangeticum



Figure 22 : *Desmodium gangeticum*

Nom scientifique :

Desmodium adscendens

Nom commun :

Desmodium

Nom anglais :

Salpan

1.2. Propriétés médicinales du *desmodium*

❖ Utilisation Interne

- **Hépatoprotecteur** : augmente la résistance des cellules du foie en cas d'inflammation d'origine toxique ou infectieuse, notamment suite à un traitement médicamenteux ou à une chimiothérapie. Il est efficace contre les hépatites virales (en association avec un traitement médicamenteux), particulièrement dans la phase dite ictérique (au début de la maladie).
- **Antiasthmatique** : permet de lutter contre les crises d'asthme bronchique, en empêchant la contraction des muscles des poumons.
- **Antiallergique** : contribue à soigner les allergies survenant de manière subite, comme l'asthme allergique, les oedèmes de Quincke ou encore les allergies digestives.
- **Bronchodilatateur** : effet relaxant sur les tissus pulmonaires et les muscles bronchiques, en cas de crises d'asthme ou de chocs anaphylactiques.
- **Décontractant** : s'utilise en cas de contractures musculaires telles que les courbatures, les crampes et les spasmes. Il est efficace pour apaiser les maux de dos.

❖ Utilisation Externe

En cataplasme, le desmodium a un effet antiallergique sur l'urticaire et l'eczéma de contact.

❖ Indications Thérapeutiques Usuelles

Inflammations et agressions du foie, hépatites virales, asthme, allergies digestives et de contact, chocs anaphylactiques (en Afrique), contractures musculaires.

❖ Autres Indications Thérapeutiques Démontrées

Convulsions, diarrhées, cures de détoxification.

1.3. Composition du *desmodium*

❖ Parties Utilisées

En phytothérapie, les parties utilisées sont les parties aériennes, les tiges et les feuilles.

❖ Principes Actifs

Flavonoïdes, alcaloïdes isoquinoliniques, acides gras, saponosides, anthocyanosides, dérivés de tryptamine.

❖ Utilisation et posologie du *desmodium*

1.4 Dosage

- En infusion ou en décoction, laisser infuser 10 g de desmodium par litre d'eau bouillante environ quinze minutes.
- En concentré de décoction, prendre 3 gélules par jour, pour un adulte. Il est préférable de privilégier les préparations à base de plantes biologiques.
- En solution buvable, prendre de 2 à 4 cuillères à café par jour de desmodium dilué dans un grand verre d'eau ou de jus de fruit.
- A noter qu'en cas de troubles hépatiques, la dose conseillée est de 8 g par jour (ce qui n'est pas possible avec des gélules contenant seulement 200 mg). Par ailleurs, le traitement doit être suivi pendant une période minimum de huit jours et peut durer plusieurs semaines, jusqu'à la normalisation des transaminases.

- Pour prévenir les effets secondaires d'une chimiothérapie, le desmodium doit être consommé deux jours avant et au moins pendant dix jours après la séance.

1.5. Précautions d'emploi du desmodium

Même s'il n'est pas contre-indiqué, le desmodium doit être utilisé avec précaution durant la grossesse et l'allaitement.

1.6. Contre-Indications

Pas de contre-indication.

1.7. Effets Indésirables

Les études menées sur le desmodium n'ont montré aucun effet secondaire.

1.8. Interactions avec des plantes médicinales ou des compléments

Pour renforcer ses effets, le desmodium, consommé en infusion, peut être associé au *Chrysantellum americanum* , au chardon-Marie , à l'artichaut ou à d'autres plantes stimulant le fonctionnement des reins, comme la piloselle.

1.9. Interactions avec des médicaments

Pas d'interaction connue [174].

II. Ginseng



Figure 23 : Ginseng

Nom scientifique : *Panax ginseng*

Famille : Araliaceae

Ordre : Apiales

Parties Utilisées : La racine

2.1 Constituants chimiques principaux :

- Ginsenosides.

2.2 Usages:

Plante merveilleuse de l'Asie, le ginseng redonne vraiment l'appétit à la vie. On l'appelle également "fleur de vie". Une telle appellation méritait que l'on s'intéresse attentivement à cette racine. L'étude chimique révèle la présence de "ginsénosides" dont le taux doit être au moins de 8 % pour avoir une activité valable.

C'est dans le ginseng blanc que l'on retrouve le plus de ginsénosides, le ginseng rouge étant de la racine bouillie, et la chaleur détruit les ginsénosides.

- Le Ginseng a une action tonique générale sur l'organisme : il augmente les performances physiques et intellectuelles.
- Il améliore le processus de mémorisation et les réflexes.
- Il permet une meilleure adaptation de l'organisme à l'effort en diminuant la sensation de fatigue, les douleurs musculaires, le taux d'acide lactique dans le sang et en augmentant l'utilisation de l'oxygène par les muscles.
- De plus, en agissant sur les cortico-surrénales, la racine de ginseng a une action stimulante sur les organes sexuels.
- Enfin, des études ont montré que la racine de ginseng abaisse les taux de cholestérol, de triglycérides sanguins et de sucre dans le sang.

2.3 Indications :

- Fatigue, surmenage, convalescence,
 - Amélioration des performances physique et intellectuelles quel que soit l'âge ou sujet,
 - Traitement adjuvant des hyperlipidémies et des formes de diabète léger.
- [175].

III. Ginkgo biloba



Figure 24: *Ginkgo biloba*

Nom scientifique : *Ginkgo biloba*

Noms communs : ginkgo, arbre aux 40 écus

Noms anglais : *Ginkgo* , maidenhair tree

Formes et préparations : gélules, capsules, comprimés, ampoules, teintures mères, extraits liquides, tisanes, décoctions

3.1 Propriétés médicinales du ginkgo

✓ Utilisation Interne

Favorise une bonne circulation sanguine : actions anticoagulantes, antiagrégantes (empêche la formation de thromboses ou caillots), vasodilatatrices (facilite la dilatation des vaisseaux sanguins). Renforce les fonctions cérébrales, principalement en cas de démence sénile : stimule la mémoire, aide à la concentration et au raisonnement.

En Asie, les feuilles de ginkgo sont utilisées en décoctions pour soulager les affections respiratoires comme l'asthme ou la bronchite (effets expectorants et

sédatifs), mais aussi en tant que vermifuge. Quant aux graines, elles servent à préparer des remèdes contre les troubles urinaires.

✓ **Utilisation Externe**

Aide à la cicatrisation des ulcères, ecchymoses, brûlures (cataplasmes de feuilles broyées sur les zones lésées). De nombreux soins cosmétiques anti-âge (crèmes) utilisent le ginkgo comme base, pour ses propriétés protectrices et réparatrices sur la peau (effets antioxydants, anti-inflammatoires et stimulants), notamment en cas de couperose.

En Asie, les feuilles servent aussi en cataplasmes pour guérir les engelures.

3.2 Indications Thérapeutiques Usuelles

Troubles liés à une insuffisance circulatoire périphérique artérielle, veineuse et capillaire : artérites entraînant notamment boiterie et claudication intermittente, jambes lourdes, varices, oedèmes des membres inférieurs, hémorroïdes, maladie de Raynaud (extrémités froides).

3.3. Autres Indications Thérapeutiques Démontrées

Troubles liés à une insuffisance circulatoire cérébrale : perte de mémoire, diminution de la concentration, vertiges, maux de tête, baisse d'audition, bourdonnements d'oreilles, acouphènes, démence sénile, maladie d'Alzheimer (à ses débuts).

3.4. Composition du ginkgo

✓ **Parties Utilisées**

Les Occidentaux privilégient surtout les feuilles (fraîches ou séchées) qui concentrent le plus de principes actifs. De leur côté, les Chinois utilisent aussi les graines.

✓ **Principes Actifs**

Principalement des flavonoïdes (antioxydants) et des lactones terpéniques (ginkgolides et bilobalides) qui améliorent la circulation sanguine.

3.5. Utilisation et posologie du ginkgo

✓ **Dosage**

Les nombreux médicaments à base de ginkgo présents sur le marché (gélules, comprimés ou solutions buvables) contiennent généralement la même concentration de principes actifs, celle qui est prise en compte lors des essais cliniques (extrait de ginkgo standardisé titré à 24% de flavonoïdes et 6% de ginkgolides-bilobalides). Il est recommandé de prendre de 120 à 240 mg d'extrait normalisé par jour, en 2 ou 3 fois, avec de l'eau et au moment des repas.

Parmi les autres formes non standardisées (avec des principes actifs moins dosés), on distingue :

- Les extraits hydroalcooliques (teintures mères). Prendre de 20 à 40 gouttes dans de l'eau, 3 fois par jour.

- Les tisanes et décoctions. Utiliser de 20 à 40 g de fleurs fraîches ou encore 2 ou 3 cuillères à café de fleurs séchées par litre d'eau. Boire 1 tasse 2 à 3 fois par jour en cas de problèmes circulatoires. Si on augmente la dose à 1 cuillère à café par tasse, le breuvage devient vermifuge.

3.6. Précautions D'emploi Du Ginkgo

Du fait de ses propriétés anticoagulantes, il convient toujours d'adopter une attitude prudente lorsque l'on envisage de prendre du ginkgo biloba. Bien lire les notices des produits, ne pas dépasser les doses recommandées et demander l'avis de son médecin ou pharmacien.

3.7. Contre-Indications

Les femmes enceintes ou celles qui allaitent éviteront de prendre du ginkgo. Tout comme les hémophiles et les personnes devant subir une opération chirurgicale (risques d'hémorragie), ainsi que les épileptiques (risques de convulsions).

3.8. Effets indésirables

Le ginkgo pris par voie orale peut éventuellement engendrer de légers maux d'estomac, des nausées, diarrhées, maux de tête ou encore de rares réactions cutanées (démangeaisons, urticaire).

- Interactions avec des plantes médicinales ou des compléments

Ne pas associer le ginkgo à d'autres plantes réputées pour fluidifier le sang comme lui (**ail , arnica , ginseng , sauge , fève tonka, mélilot , etc.**).

3.9. Interactions avec des médicaments

Ne pas associer le ginkgo à des médicaments anticoagulants ou antiagrégants, comme l'aspirine ou les anti-inflammatoires non stéroïdiens (notamment l'ibuprofène). Le ginkgo biloba peut également réduire l'efficacité de l'oméprazole (contre les ulcères gastriques) et celle des traitements anticonvulsivants (contre l'épilepsie notamment). Enfin, une interaction est possible avec les antidépresseurs (augmentation de l'effet sédatif)[175].

IV. Sauge officinale



Figure25 : Sauge officinale

-Nom scientifique : *Salvia officinalis*

-Nom communs : herbe sacrée, thé d'Europe ou thé de Grèce

-La famille : Lamiacées

4.1 Définition :

La sauge officinale est originaire des régions méditerranéennes et elle est utilisée depuis l'antiquité, comme plante officinale pour ses diverses vertus. En effet, utilisée en tisane, elle aurait un effet antispasmodique sur l'appareil digestif, soulagerait des ballonnements, des renvois, des flatulences et diminuerait la fièvre ainsi que la concentration sanguine en glucose, d'où un intérêt suggéré dans le diabète. Elle est aussi parfois utilisée en guise de désinfectant pour certaines plaies.

4.2 Vertus thérapeutiques :

Selon l'Agence européenne des Médicaments, la sauge est reconnue pour son usage traditionnel dans le traitement symptomatique des troubles digestifs

légers, des brûlures d'estomac et des ballonnements, le traitement symptomatique des inflammations de la bouche et de la gorge, pour atténuer la transpiration excessive, et pour soulager les inflammations bénignes de la peau. On l'utilise aussi contre les bouffées de chaleur et la ménopause.

- La sauge est enregistrée à la Pharmacopée française. Grâce aux flavonoïdes que renferment ses feuilles, la sauge a une propriété antispasmodique qui permet de prévenir les **spasmes digestifs**.
- Elles ont aussi un effet anti-infectieux et sont indiquées dans la prise en charge des **troubles gastro-intestinaux** tels que les diarrhées, les vomissements, les ballonnements, les digestions difficiles et les flatulences.
- Cette plante s'administre généralement en infusion ou en décoction, mais il existe aussi des préparations à base de sauge (teintures, extraits fluides). La sauge est recommandée aux femmes ménopausées qui présentent une fatigue permanente (**asthénie**), des **bouffées de chaleur** ou des **sueurs nocturnes**, des troubles provoqués par la **ménopause**. Par ailleurs, elle contribue à l'équilibre hormonal et soulage les douleurs pendant les règles.

En usage interne, pour soigner les maux de gorge : Faites bouillir 1 à 3 g de feuilles séchées pour 1 tasse d'eau, et laissez infuser pendant 10 minutes. Réalisez 3 bains de bouche par jour jusqu'à l'amélioration des symptômes.

4.3 Parties utilisées de la plante :

Les parties utilisées de la plante sont les feuilles ou sommités fleuries.

4.4 Précautions d'emploi et contre-indications :

Les préparations contenant de la sauge peuvent interagir avec certaines classes de médicaments comme les benzodiazépines et les neuroleptiques. La

prise de produits contenant des extraits de sauge est par ailleurs déconseillée pendant la grossesse et l'allaitement. Si vous êtes sous traitement médicamenteux, prenez soin de le préciser à votre médecin ou à votre pharmacien avant de vous faire prescrire un traitement phytothérapeutique.

4.5 Effets secondaires indésirables :

Parmi les effets indésirables connus liés à la prise de sauge officinale (rares) : nausées et vomissements, vertige (en cas de surdosage) [177].

Conclusion :

Les compléments alimentaires sont donc des produits à la frontière du médicament, bénéficiant ainsi d'une législation moins contraignante tout en tant inoffensifs aux yeux de la population. Ils sont en vente libre, n'importe quel consommateur plus ou moins averti peut se procurer sans conseil ou prescription médicale un de ces produits, qui bénéficient d'une tolérance réglementaire basée sur leur usage traditionnel.

Mais l'explosion du marché des compléments alimentaires et la commercialisation de masse a parfois fait apparaître une toxicité auparavant inconnue, que les usages traditionnels ne permettaient pas d'observer. Mais si les bénéfices d'une telle consommation ne sont pas toujours évidents, les risques pour la santé demeurent présents et une surveillance appropriée est nécessaire afin de garantir un niveau élevé de protection des consommateurs.

Les groupes de population ciblés par l'intérêt des compléments alimentaires seront les personnes dénutries, les femmes enceintes et les personnes âgées. Malheureusement, ces produits, dont le coût reste encore élevé, ne sont pas remboursables, ce qui constitue un obstacle majeur pour les personnes à faible revenu d'où la nécessité de rendre ses produits plus accessibles.

Résumé

Titre : Les compléments alimentaires naturels

Auteur : TIJANI Zineb

Encadrant : NEJJARI Rachid

Mots clés : Compléments alimentaires, Algues, Champignons, Plantes

Depuis quelques années les compléments alimentaires connaissent un essor important, envahissant les rayons des pharmacies et parapharmacies. Ce cocktail de vitamines, de minéraux et/ou extraits de plantes est largement répandus dans le monde.

Les champignons utilisés dans les compléments alimentaires ont fait l'objet de nombreuses études scientifiques montrent leur importante activité biologique ainsi que leur forte chémodiversité. Mais ils peuvent présenter des risques, induisant notamment des contre-indications éventuelles, des précautions d'emploi et des interactions médicamenteuses. Dix champignons sont étudiés de près lors de la première partie : *Lentinula edodes* (Shiitake) et *Grifola frondosa* (Maitake).

Les vertus des algues ne sont plus à démontrer. Certaines espèces d'algues sont très utilisées comme compléments alimentaires vu leur richesse en sels minéraux, protéines, vitamines et antioxydants notamment la spiruline (*Spirulina platensis*), le fucus vésiculeux (*Fucus vesiculosus*) et la chlorelle (*Chlorella vulgaris*).

Les plantes constituent le réservoir le plus important des compléments alimentaires. Plusieurs espèces sont utilisées en nature pour leur richesse en éléments minéraux ou/et vitamines. L'industrie pharmaceutique utilise des plantes pour mettre sur le marché des formes galéniques à base de compléments alimentaires après extraction ou transformation.

Au Maroc, une circulaire du Ministère de la Santé oblige les fabricants et les importateurs à enregistrer leurs compléments alimentaires avant toute commercialisation dans le pays.

Le pharmacien reste un acteur incontournable dans la délivrance et le conseil en matière de compléments alimentaires. Il est donc de son devoir de sensibiliser le consommateur sur le bénéfice / risque de la prise de compléments alimentaires.

Summary:

Title: Natural food supplements

Author: TIJANI Zineb

Rapporteur : NEJJARI Rachid

Keywords: Food supplements, Algae, Mushrooms, Plants

In recent years food supplements experiencing a major boom, invading the shelves of pharmacies and drug stores. This cocktail of vitamins, minerals and / or plant extracts is widely distributed in the world.

The mushrooms used in food supplements have been many scientific studies show their significant biological activity as well as their strong chémodiversité. But they may present risks, including the possible inducing against - indications, precautions and drug interactions. Ten mushrooms are closely studied in the first part : *Lentinula edodes* (Shiitake) et *Grifola frondosa* (Maitake).

Algae virtues are well established. Some species of algae are used as food supplements thanks to their wealth of minerals, proteins, vitamins and antioxidants including Spirulina (*Spirulina platensis*), the Bladder wrack (*Fucus vésiculosus*) and Chlorella (*Chlorella vulgaris*).

Plants are the most important reservoir of food supplements. Several species are used in nature for their richness in minerals and / or vitamins. The pharmaceutical industry uses plants to market galenic forms based on food supplements after extraction or processing.

In Morocco, a circular from the Ministry of Health now requires manufacturers and importers to register their food supplements before marketing in the country.

The pharmacist play a vital role in the health care system, his goal is to achieve positives outcomes from the use of dietary supplements, which improves consumer's quality of life with minimum risk.

ملخص

العنوان: المكملات الغذائية الطبيعية

الكاتب: التيجاني زينب

تأطير: النجاري رشيد

الكلمات الأساسية: المكملات الغذائية، الطحالب، الفطر، النباتات

في السنوات الأخيرة شهدت المكملات الغذائية تطورا كبيرا، مكتسحة رفوف الصيدليات ومخازن الأدوية. ويستخدم هذا الكوكثيل من الفيتامينات والمعادن و / أو المستخلصات النباتية على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم.

وكانت الفطريات المستخدمة في المكملات الغذائية عرفت العديد من الدراسات العلمية بينت ارتفاع النشاط البيولوجي الكبير كذلك تنوعهم الكيميائي القوي . لكنها قد تشكل خطرا بسبب منع استعمالها، احتياطات الاستعمال، وتفاعلتها مع الأدوية . تم دراسة بعض الفطريات بشكل وثيق في الجزء الأول:

(مايتاكي) (غريفولا فروندوسا) ، (شيتاكي) (إوديس لينتنبولا)

فضائل الطحالب لا تحتاج لبرهان، حيث أن بعض أنواعها كثيرة الاستخدام كمكملت غذائية بسبب ثرائها بالمعادن والبروتينات والفيتامينات ومضادات الأكسدة بما في ذلك سبيرولينا (سبيرولينا الفطور)، ويخرب المثانة (فوقس حويصلي) وكلوريبلا (كلوريبلا الشائع) .

النباتات هي أهم خزان للمكملات الغذائية، وتستخدم عدة أنواع في الطبيعة لثرائها في المعادن و / أو الفيتامينات. وتستخدم صناعة المستحضرات الصيدلانية مصانع لتسويق الأشكال الجينية على أساس المكملات الغذائية بعد الاستخراج أو المعالجة.

في المغرب، وزارة الصحة تجبر المصنعين والمستوردين تسجيل المكملات الغذائية قبل تسويقها في البلاد.

الصيدلي يلعب دور رئيسي في نظام الرعاية الصحية، وذلك بالعمل على التأكد من الاستعمال الآمن والفعال للمكمل الغذائي.



**Références
Bibliographiques**

- 1 .Etat français. Décret 2006-352 relatif aux compléments alimentaires. Legifrance. [En ligne] Mars 2006. [Citation : 24 Avril 2012.] <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000638341&categorieLien=cid>.
2. Commission Européenne. Directive 2002/46/CE relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les compléments alimentaires. [En ligne] 2002. [Citation : 20 Janvier 2012.] <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002L0046:20060421:FR:PDF>.
3. Comité permanent de la chaine alimentaire et de la santé animale. Règlement (CE) N° 178/2002 du parlement européen et du conseil du 28 janvier 2002, établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires.
4. EFSA. Compléments alimentaires. Européan Food Safety Authority.
5. Mohamed RAMDANI. Algues marines, l'or vert menacé. 2013.
6. EFSA. Avis scientifiques indépendants sur la sécurité de l'alimentation humaine et animale. European Food and Safety Authority.
7. DIRECTIVE 2002/46/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 10 juin 2002 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les compléments alimentaires.
8. J. O. de l'Union Européenne, Règlement CE n° 1924/2006 du Parlement Européen et du Conseil, du 20 Décembre 2006, concernant les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires. 2006, pp. 3 - 18.

9. Règlement CE n° 1924/2006 du Parlement européen et du Conseil du 20 décembre 2006 concernant les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires. Garantir des allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires exactes et fondées sur des données probantes.
10. S. Derbr , “Médicaments, compléments alimentaires, alicaments ou nutraceutiques, comment y voir clair□?,” Actualités pharmaceutiques, vol. 49, no. 496, pp. 14-19, 2010.
11. EFSA, “FAQ sur les allégations nutritionnelles et de santé,” EFSA - Européen Food Safety Authority. [Online]. Available: <http://www.efsa.europa.eu/fr/faqs/faqnutrition.htm>. [Accessed: 26-May-2012].
12. EFSA, “L’EFSA termine l’évaluation des allégations de santé fonctionnelles génériques,” EFSA - European Food Safety Authority, juillet-2011. [Online]. Available: <http://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/110728.htm>. [Accessed: 27-May-2012].
13. EFSA, “Allégations de santé fonctionnelles génériques» au titre de l’article 13,” EFSA - European Food Safety Authority. [Online]. Available: <http://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/article13.htm>. [Accessed: 26-May-2012].
14. Académie Nationale de Médecine and Académie Nationale de Pharmacie, “R flexions et propositions relatives aux allégations de santé et aux compléments alimentaires,” 2 1 .
15. Règlement UE n° 432/2012 de la Commission du 16 mai 2012 établissant une liste des allégations de santé autorisées portant sur les denrées alimentaires, autres que celles faisant référence à la réduction du risque de maladie ainsi qu’au développement et à la santé infantiles. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:136:0001:0040:FR:P DF>
16. Règlement UE n° 536/2013 de la Commission du 11 juin 2 13 modifiant le règlement UE n° 432/2012 établissant une liste des allégations de santé autorisées portant sur les denrées alimentaires, autres que celles faisant référence à la réduction du risque de maladie ainsi qu’au développement et à

la santé infantiles.<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:160:0004:0008:FR:PDF>

17. Caroline MASCRET. La réglementation des allégations santé sur les compléments alimentaires. *Actualités pharmaceutiques* n° 540. 2014. P 59-60.
18. S, DERBRI. Médicaments, compléments alimentaires, alicaments ou nutraceutiques, comment y voir clair ?. *Actualités pharmaceutiques*, vol 49, no 496, p 14-19. 2010.
19. XERFI. Le marché des compléments alimentaires; Cited 2014.05.22. http://www.xerfi.com/presentationetude/Le-marche-des-complementsalimentaires_3IAA43#.U334XdcVXfk
20. Lyonbiopole. Chiffre d'affaires mondial de l'industrie de la santé; Cited 2014 05 26. http://www.lyonbiopole.com/document/documents_generaux/13.pdf
21. ReportLinker. Vitamin and Supplement Industry: Market Research Reports, Statistics and Analysis; Cited 2014.05.22. <http://www.reportlinker.com/ci02037/Vitamin-and-Supplement.html>
22. Marques-Vidal P, Pecoud A, Hayoz D, Paccaud F, Mooser V, Waeber G, Vollenweider P. 2007. Prevalence and characteristics of vitamin or dietary supplement users in Lausanne, Switzerland: the CoLaus study. *Eur J Clin Nutr.* 63: 273-281.
23. van der Horst K, Siegrist M. 2011. Vitamin and mineral supplement users. Do they have healthy or unhealthy dietary behaviours? *Appetite.* 57: 758-764.
24. Commission of the European communities. 2008. Characteristics and perspectives of the market for food supplements containing substances other than vitamins and minerals. SEC(2008)2976, Brussels 5.12.2008.
25. Synadiet. Chiffres clefs 2013 du marché des compléments alimentaires en France.http://www.synadiet.fr/userfiles/files/ESPACE%20PRESSE/Chiffres%20economiques/SYNADIET_Chiffres_CA2013.pdf.

26. <http://www.lavieeco.com/news/economie/le-marche-des-complements-alimentaires-decolle-12603.html>
27. Bouchet, P., Guignard, J.L., Villard, J. (1999) Les Champignons : Mycologie Fondamentale et Appliquée. Masson, Paris, 194 p.
28. Kendrick, B. (1985) The Fifth Kingdom. Mycologue Publications, Waterloo, 386 p.
29. Guarro, J., Gêné, J., Stchigel, A.M. (1999) Developments in fungal taxonomy. *Clinical Microbiology Reviews*, 12: 454-500. 47. McLaughlin, D.M., Beckett, A., Yoon, K.S. (1985) Ultrastructure and évolution of ballistosporic basidiospores. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 91: 253-271
30. Griffin, D.H. (1994) *Fungal Physiology*, Second édition. Wiley-Liss, New York.
31. Mizuno, T. (1995a) Bioactive biomolecules of mushrooms: food function and médicinal effect of mushroom fungi, Dans: Mizuno, T. (éd.), Spécial Issue on Mushrooms: The Versatile Fungus - Food ad Médicinal Properties, Chemistry, Biochemistry, Biotechnology, and Utilization. *Food Reviews International*, 11: 7-21.
32. Jong, E. & Field, J.A. (1997) Sulfur tuft and turkey tail: biosynthesis and biodégradation of organohalogens by Basidiomycetes. *Annual Reviews in Microbiology*, 51: 375-414.
33. Mau, J.L., Lin, H.C., Chen, C.C. (2002) Antioxidant properties of several médicinal mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 6072- 6077.
34. Awadh Ali, N.A., Mothana, R.A.A., Lesnau, A., Pilgrim, H., Lindequist, U. (2003) Antiviral activity of *Inonotus hispidus*. *Fitoterapia*, 74: 483-485.
35. http://fr.wikipedia.org/wiki/Lentinula_edodes
36. S.C. Jong MB. Medicinal and Therapeutic Value of the Shiitake Mushroom. *Advances in applied microbiology*. p. 153.

37. Guillamon E, Garcia-Lafuente A, Lozano M, D'Arrigo M, Rostagno MA, Villares A, et al. Edible mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2010 Oct;81(7):715-23.
38. Chihara G, Maeda, Y., Hamuro, J., Sasaki, T., & Fukuoka, F. Inhibition of mouse sarcoma 180 by polysaccharides from *Lentinus edodes*. *Nature*. 1969;222:687-8.
39. Zhang Y, Li S, Wang X, Zhang L, Cheung PCK. Advances in lentinan: Isolation, structure, chain conformation and bioactivities. *Food Hydrocolloids*. 2011;25(2):196-206.
40. Chen J, Seviour R. Medicinal importance of fungal beta-(1->3), (1->6)-glucans. *Mycological Research*. [Review]. 2007 Jun;111(Pt 6):635-52.
41. Frank J, Xiao R, Yu S, Ferguson M, Hennings L, Simpson P, et al. Effect of Shiitake mushroom dose on colon tumorigenesis in azoxymethane-treated male Sprague-Dawley rats. *Nutrition Research*. 2006;26(3):138-45.
42. H.S. Choi HYC, H.C. Yang, K.S. Ra, H.J. Suh. Angiotensin I-converting enzyme inhibitor from *Grifola frondosa*. *Food Research International* 2000;34:177-82.
43. Shimada S KK, Kumagai H, Sakurai H. Inhibitory activity of shiitake flavor against platelet aggregation. 2004.
44. Masatomo Hirasawa NS, Tomotake Neta, Kazuo Fukushima, Kazuko Takada. Three kinds of antibacterial substances from *Lentinus edodes*. *International Journal of Antimicrobial Agents* 1999;11:151-7.
45. Hearst R, Nelson D, McCollum G, Millar BC, Maeda Y, Goldsmith CE, et al. An examination of antibacterial and antifungal properties of constituents of Shiitake (*Lentinula edodes*) and oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms. *Complement Ther Clin Pract*. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2009 Feb;15(1):5-7.

46. Zhou LD, Zhang QH, Zhang Y, Liu J, Cao YM. The shiitake mushroom-derived immuno-stimulant lentinan protects against murine malaria blood-stage infection by evoking adaptive immune-responses. *Int Immunopharmacol*. 2009 Apr;9(4):455-62.
47. Aaron M. Levy M, a Hirohito Kita, MD,b Sidney F. Phillips, MD,a Paul A. Schkade, MD,c Phillip D. Dyer, MD,c Gerald J. Gleich, MD,b and Vincent A. Dubravec, MDc. Eosinophilia and gastrointestinal symptoms after ingestion of shiitake mushrooms. *Allergy clin immunol*. 1998:613-20.
48. Herault M, Waton J, Bursztejn AC, Schmutz JL, Barbaud A. [Shiitake dermatitis now occurs in France]. *Ann Dermatol Venereol*. [Case Reports]. 2010 Apr;137(4):290-3.
49. http://fr.wikipedia.org/wiki/Grifola_frondosa
50. Lee B. Biological activities of the polysaccharides produced from submerged culture of the edible Basidiomycete *Grifola frondosa*. *Enzyme and Microbial Technology*. 2003;32(5):574-81.
51. Mayell M. Maitake Extracts and Their Therapeutic Potential – A Review. *Alternative Medicine Review*. 2001;6(1):48-60.
52. Harry G. Preuss BE, Debasis Bagchi, Nicholas V. Perricone. Maitake Mushroom Extracts Ameliorate Progressive Hypertension and Other Chronic Metabolic Perturbations in Aging Female Rats. *International Journal of Medical Sciences*. 2010:169-80.
53. Hiroaki Nanba PD. Maitake D-fraction: Healing and Preventive Potential for Cancer. *Journal of Orthomolecular Medicine*. 1997;12:43-9.
54. Jiezhong Chen KR. Beta-glucans in the treatment of diabetes and associated cardiovascular risks. *Vascular Health and Risk Management*. 2008:1265-72.
55. C. Francia SR, R. Courtecuisse, Y. Siroux. Current research findings on the effect of selected mushrooms on cardiovascular diseases. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 1999;1:169-72.

56. Lindequist U, Niedermeyer TH, Julich WD. The pharmacological potential of mushrooms. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2005 Sep;2(3):285-99.
57. MICHIIHIRO FUKUSHIMA TO, YUKIKO FUJIWARA, KEI SONOYAMA,† AND MASUO NAKANO. Cholesterol-Lowering Effects of Maitake (*Grifola frondosa*) Fiber, Shiitake (*Lentinus edodes*) Fiber, and Enokitake (*Flammulina velutipes*) Fiber in Rats. *Society for Experimental Biology and Medicine.* 2001:758-65
58. Firenzuoli F, Gori L, Lombardo G. The Medicinal Mushroom *Agaricus blazei* Murrill: Review of Literature and Pharmaco-Toxicological Problems. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2008 Mar;5(1):3-15.
59. http://fr.wikipedia.org/wiki/Ganoderme_luisant 105. Givelet P.H. 2011. Les compléments alimentaires à base de champignons. Mémoire pour le Diplôme d'Etudes Spécialisées de docteur en Pharmacie. Université Lille 2,94 p.
60. Kwok Y, Ng KF, Li CC, Lam CC, Man RY. A prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study of the platelet and global hemostatic effects of *Ganoderma lucidum* (Ling-Zhi) in healthy volunteers. *Anesth Analg.* [Clinical Trial Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2005 Aug;101(2):423-6, table of contents.
61. Andoh T, Zhang Q, Yamamoto T, Tayama M, Hattori M, Tanaka K, et al. Inhibitory Effects of the Methanol Extract of *Ganoderma lucidum* on Mosquito Allergy-Induced Itch-Associated Responses in Mice. *Journal of Pharmacological Sciences.* 2010;114(3):292-7.
62. Kim SD. Isolation and Structure Determination of a Cholesterol Esterase Inhibitor from *Ganoderma lucidum*. *Journal of Microbiology and Biotechnology.* 2010;20(11):1521-3.
63. Daniel Sliva a, b, Carlos Labarrere,c Veronika Slivova,a Miroslav Sedlak,d Frank P. Lloyd Jr.,a and Nancy W.Y. H. *Ganoderma lucidum* suppresses motility of highly invasive breast and prostate cancer cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications.* 2002:603-12.

64. Cheng CR, Yue QX, Wu ZY, Song XY, Tao SJ, Wu XH, et al. Cytotoxic triterpenoids from *Ganoderma lucidum*. *Phytochemistry*. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2010 Sep;71(13):1579-85.
65. Chen HS, Tsai YF, Lin S, Lin CC, Khoo KH, Lin CH, et al. Studies on the immuno-modulating and anti-tumor activities of *Ganoderma lucidum* (Reishi) polysaccharides. *Bioorg Med Chem*. 2004 Nov 1;12(21):5595-601.
66. Zhao L, Dong Y, Chen G, Hu Q. Extraction, purification, characterization and antitumor activity of polysaccharides from *Ganoderma lucidum*. *Carbohydrate Polymers*. 2010;80(3):783-9.
67. Seong-Kug Eo Y-SK, Chong-Kil Lee, Seong-Sun Han. Possible mode of antiviral activity of acidic protein bound polysaccharide isolated from *Ganoderma lucidum* on herpes simplex viruses. *Journal of Ethnopharmacology*. 2000;72:475-81.
68. http://fr.wikipedia.org/wiki/Pleurotus_ostreatus
69. ANDREJ JEDINAK DS. *Pleurotus ostreatus* inhibits proliferation of human breast and colon cancer cells through p53-dependent as well as p53-independent pathway. *Int J Oncol*. 2008:1307-13.
70. Jayakumar T, Thomas PA, Geraldine P. Protective effect of an extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on antioxidants of major organs of aged rats. *Exp Gerontol*. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2007 Mar;42(3):183- 91.
71. Shin-Yu Chen a C-HTa, Yun-Jung Hsieh a, Li-Ting Wang a and Jeng-Leun Mau. Lovastatin and γ -aminobutyric acid contents in mushroom fruiting body and mycelia.1-16.
72. Schneider I, Kressel G, Meyer A, Krings U, Berger RG, Hahn A. Lipid lowering effects of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in humans. *Journal of Functional Foods*. 2010.
73. Julio Alarco´ n* SAg, Patricia Arancibia-Avila, Oscar Fuentes, Enrique Zamorano-Ponce, and Margarita Herna´ndez. Production and Purification of Statins from *Pleurotus ostreatus* (Basidiomycetes) Strains. 2003:62-4.

74. Zuzek MC, Macek P, Sepcic K, Cestnik V, Frangez R. Toxic and lethal effects of ostreolysin, a cytolytic protein from edible oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), in rodents. *Toxicol.* [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2006 Sep 1;48(3):264-71.
75. Ihsan H.S. Al-Deen Haat, Ammar A. Al-Badr And Tahsin A.W. Istarabad. Toxicologic And Histopathologic Studies Of *Pleurotus Ostreatus* Mushroom In Mice. *Journal of Ethnopharmacology*. 1987:297-305.
76. http://fr.wikipedia.org/wiki/Ophiocordyceps_sinensis
77. Jia-Shi Zhu MD, Ph.D, Georges M. Halpern, Kenneth Jones. The Scientific Rediscovery of an Ancient Chinese Herbal Medicine : *Cordyceps Sinensis* Part I. *The journal of alternative and complementary medicine*. 1998;4(3):289-303.
78. Jia-Shi Zhu MD, Ph.D, Georges M. Halpern, Kenneth Jones. The Scientific Rediscovery of a Precious Ancient Chinese Herbal Regimen : *Cordyceps sinensis* Part II. *The journal of alternative and complementary medicine*. 1998;4(4):429-57.
79. Wen-Fei Chiou P-CC, Cheng-Jen, Chou , and Chieh-Fu Chen Protein Constituent Contributes To The Hypotensive And Vasorelaxant Activities Of *Cordyceps Sinensis*. *Life Sci*. 2000;66:1369-76.
80. Wang Y, Yin H, Lv X, Gao H, Wang M. Protection of chronic renal failure by a polysaccharide from *Cordyceps sinensis*. *Fitoterapia*. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2010 Jul;81(5):397-402.
81. Huang YL, Leu SF, Liu BC, Sheu CC, Huang BM. In vivo stimulatory effect of *Cordyceps sinensis* mycelium and its fractions on reproductive functions in male mouse. *Life Sci*. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2004 Jul 16;75(9):1051-62.
82. Hsu C. In vivo and in vitro stimulatory effects of *Cordyceps sinensis* on testosterone production in mouse Leydig cells. *Life Sci*. 2003;73(16):2127-36.

83. Yuh-Chi Kuoa b, *, Wei-Jern Tsaia, Jir-Yenn Wangb, Shi-Chung Changc, Ching-Yuang Lind, Ming-Shi Shiao. Regulation of bronchoalveolar lavage fluids cell function by the immunomodulatory agents from *Cordyceps sinensis*. *Life Sci.* 2001;68:1067-82.
84. Buenz EJ, Bauer BA, Osmundson TW, Motley TJ. The traditional Chinese medicine *Cordyceps sinensis* and its effects on apoptotic homeostasis. *Journal of Ethnopharmacology*. [Review]. 2005 Jan 4;96(1-2):19-29
85. Chun-Chih Lin¹ WP, Malcolm Mei-On Koo³, Hsien-Bin Huang⁴, MoonSing Lee⁵. Radiation Protective Effects of *Cordyceps sinensis* in Blood Cells. *Tzu Chi Medical Journal*. 2007;19(4):226-32.
86. Rao YK, Fang SH, Tzeng YM. Evaluation of the anti-inflammatory and antiproliferation tumoral cells activities of *Antrodia camphorata*, *Cordyceps sinensis*, and *Cinnamomum osmophloeum* bark extracts. *Journal of Ethnopharmacology*. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2007 Oct 8;114(1):78-85.
87. Zhang G, Huang Y, Bian Y, Wong JH, Ng TB, Wang H. Hypoglycemic activity of the fungi *Cordyceps militaris*, *Cordyceps sinensis*, *Tricholoma mongolicum*, and *Omphalia lapidescens* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2006 Oct;72(6):1152-6.
88. http://fr.wikipedia.org/wiki/Flammulina_velutipes
89. M.Y.K. Leung KPF, Y.M. Choy. The isolation and characterization of an immunomodulatory and anti-tumor polysaccharide preparation from *Flammulina velutipes*. *Immunopharmacology*. 1997;35:255-63.
90. Pang X, Yao W, Yang X, Xie C, Liu D, Zhang J, et al. Purification, characterization and biological activity on hepatocytes of a polysaccharide from *Flammulina velutipes* mycelium. *Carbohydrate Polymers*. 2007;70(3):291-7.
91. Hexiang Wang^a TBN. Isolation and characterization of velutin, a novel lowmolecular-weight ribosome-inactivating protein from winter mushroom (*Flammulina velutipes*) fruiting bodies. *Life Sci.* 2001;58:2151-8.

92. Bao HN, Ochiai Y, Ohshima T. Antioxidative activities of hydrophilic extracts prepared from the fruiting body and spent culture medium of *Flammulina velutipes*. *Bioresour Technol.* [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2010 Aug;101(15):6248-55.
93. Ng TB, Lam JS, Wong JH, Lam SK, Ngai PH, Wang HX, et al. Differential abilities of the mushroom ribosome-inactivating proteins hypsin and velutin to perturb normal development of cultured mouse embryos. *Toxicol In Vitro.* [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2010 Jun;24(4):1250-7.
94. Toshio TOMITA DI, Takayasu NOGUCHI, Eisaku KATAYAMA and Yohichi HASHIMOTO. Assembly of flammutoxin, a cytolytic protein from the edible mushroom *Flammulina velutipes*, into a pore-forming ring-shaped oligomer on the target cell. *Biochemistry Journal.* 1998;333:129-37.
95. http://fr.wikipedia.org/wiki/Polypore_en_ombelle Page 109
96. Zhao YY, Xie RM, Chao X, Zhang Y, Lin RC, Sun WJ. Bioactivity-directed isolation, identification of diuretic compounds from *Polyporus umbellatus*. *Journal of Ethnopharmacology.* [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2009 Oct 29;126(1):184-7.
97. Dan YUAN JM, Ken-ich KOMATSU, Toshiaki MAKINO, and Yoshihiro KANO. An Anti-aldosterone Diuretic Component (Drain dampness) in *Polyporus Sclerotium*. *Biol Pharm Bull.* 2004;27:867-70.
98. Han J. Traditional Chinese Medicine And The Search For New Antineoplastic Drugs. *Journal of Ethnopharmacology.* 1988;24:1-17.
99. Li X, Xu W, Chen J. Polysaccharide purified from *Polyporus umbellatus* (Per) Fr induces the activation and maturation of murine bone-derived dendritic cells via toll-like receptor 4. *Cell Immunol.* [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2010;265(1):50-6.
100. Wi Young Lee YP, Jin-Kwon Ahn, So-Young Park, and Hak-Ju Lee. Cytotoxic Activity of Ergosta-4,6,8(14),22-tetraen-3-one from the Sclerotia of *Polyporus umbellatus*. *Bull Korean Chem Soc.* 2005;26(9):1464-6.

101. Nobuyasu SEKIYA HH, Yoichiro NAKAI, Iwao SAKAKIBARA, Kazuya NOZAKI, Kazufumi KOUTA, Yutaka SHIMADA, and Katsutoshi TERASAWA. Inhibitory Effects of Triterpenes Isolated from Chuling (*Polyporus umbellatus* FRIES) on Free Radical-Induced Lysis of Red Blood Cells. *Biol Pharm Bull.* 2005;28(5):817-21.
102. Sun Y, Yasukawa K. New anti-inflammatory ergostane-type ecdysteroids from the sclerotium of *Polyporus umbellatus*. *Bioorg Med Chem Lett.* [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2008 Jun 1;18(11):3417-20.
103. Lovy A, Knowles B, Labbe R, Nolan L. Activity of Edible Mushrooms Against the Growth of Human T4 Leukemic Cancer Cells, HeLa Cervical Cancer Cells, and *Plasmodium falciparum*. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants.* 1999;6(4):49-57.
104. http://fr.wikipedia.org/wiki/Agaricus_subrufescen
105. Firenzuoli F, Gori L, Lombardo G. The Medicinal Mushroom *Agaricus blazei* Murrill: Review of Literature and Pharmacological Problems. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2008 Mar;5(1):3-15.
106. Zhang M, Cui S, Cheung P, Wang Q. Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity. *Trends in Food Science & Technology.* 2007;18(1):4-19.
107. Yun-Lyul LEE, Heui-Jin KIM, Mi-Sook LEE, Ji-Min KIM, Jin-Soo HAN, Euk-Ki HONG, My-Sang KWON, Min-Jae LEE. Oral Administration of *Agaricus Blazei* Inhibited Tumor Growth in a Sarcoma 180 Inoculation Model. *Exp. Anim.* 2003;371-375.
108. Yu CH, Kan SF, Shu CH, Lu TJ, Sun-Hwang L, Wang PS. Inhibitory mechanisms of *Agaricus blazei* Murrill on the growth of prostate cancer in vitro and in vivo. *J Nutr Biochem.* [In Vitro Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2009 Oct;20(10):753-64.
109. Hsu CH, Liao YL, Lin SC, Hwang KC, Chou P. The mushroom *Agaricus Blazei* Murrill in combination with metformin and gliclazide improves insulin resistance in type 2 diabetes: a randomized, double-blinded, and placebocontrolled clinical trial. *J Altern Complement Med.* [Controlled

- Clinical Trial Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2007 JanFeb;13(1):97-102.
110. Tsai S, Tsai H, Mau J. Antioxidant properties of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea*, and *Boletus edulis*. *LWT - Food Science and Technology*. 2007;40(8):1392-402.
111. Sumiya T, Ikeda Y, Broadmeadow A, May K, Pritchard L, Horne C, et al. Himematsutake (Iwade Strain 101) extract (ABM-FD): genetic toxicology and a 3-month dietary toxicity study in rats. *Food Chem Toxicol*. 2008 Jun;46(6):1949-59.
112. Konishi H, Yamanaka K, Mizutani H. Possible case for false-positive reaction in serum 5-S-cysteinyldopa levels in a patient with malignant melanoma by ingestion of *Agaricus blazei* Murrill extract. *J Dermatol*. [Case Reports Letter]. 2010 Aug;37(8):773-5.
113. http://fr.wikipedia.org/wiki/Trametes_versicolor
114. Kevin K. W. Chu P, Susan S. S. Ho, PharmD, and Albert H. L. Chow, PhD. *Coriolus versicolor*: A Medicinal Mushroom with Promising Immunotherapeutic Values. *Journal of Clinical Pharmacology*. 2002;42:976-84.
115. Jian Cui YC. Polysaccharopeptides of *Coriolus versicolor* : physiological activity, uses, and production. *Biotechnology Advances*. 2003;21:109-22.
116. http://fr.wikipedia.org/wiki/Oreille_de_Judas
117. Zhang H, Wang Z-Y, Zhang Z, Wang X. Purified *Auricularia auricular-judae* polysaccharide (AAP I-a) prevents oxidative stress in an ageing mouse model. *Carbohydrate Polymers*. 2011;84(1):638-48.
118. Fan L, Zhang S, Yu L, Ma L. Evaluation of antioxidant property and quality of breads containing *Auricularia auricula* polysaccharide flour. *Food Chemistry*. 2007;101(3):1158-63.
119. Ma Z, Wang J, Zhang L, Zhang Y, Ding K. Evaluation of water soluble β -dglucan from *Auricularia auricular-judae* as potential anti-tumor agent. *Carbohydrate Polymers*. 2010;80(3):977-83

120. Akira Misaki, Maki-A, Takuma Sasaki, Motohiro Tanaka, Hideki Miyaji. Studies On Interrelation Of Structure And Antitumor Effects Of Polysaccharides: Antitumor action of Periodate modified, Branched (1 +3)-D-Glucan Of *Auricularia auricrlla-Judae*, And Other Polysaccharides Containing (L-3)-Glycosidic Linkages*. *Carbohydrate Research*. 1981(115-121).
121. TADASHI KIHŌ MS, SHIGEO UKAI, CHIHIRO HARA, YUSHIRO TANAKA. Anti-inflammatory effect of the polysaccharide from the fruit bodies of *Auricularia* species. *Carbohydrate Research*. 1985;142.
122. <http://www.ombellenature.com/shiitake-redon-20-ampoules-bio-lentinusedodes-extraits-liquides-629-517.z.fr.htm>
123. <http://www.comptoirsante.com/mai-take-bio-60-comprimes-maitake-betaglucane.html>
124. Yoon SJ, Yu MA, Pyun YR, Hwang JK, Chu DC, Juneja LR, et al. The nontoxic mushroom *Auricularia auricula* contains a polysaccharide with anticoagulant activity mediated by antithrombin. *Thromb Res*. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2003;112(3):151-8.
125. Sébastien Faure. Les compléments alimentaires à base de plantes, quelle efficacité, qualité et sécurité ? *Actualités pharmaceutiques* n° 496. 2010. P 13.
126. Guillaume Pierre. Caractérisation biochimique d'exopolymères d'origine algale du bassin de Marennes-Oléron et étude des propriétés physico-chimiques de surface de micro-organismes impliquées dans leur adhésion. *Life Sciences*. Université de La Rochelle, 2010.
127. Hortense FALLER. les applications et la toxicité des algues marines. université de limoges. 2011
128. H MARFAING, Y LERAT. Les algues ont-elles une place en nutrition?. *Phytothérapie* (2007) Numéro Hors-série: HS2–HS5.
129. HADE, A., 2002. Nos lacs – les connaître pour mieux les protéger. Éditions Fides, 360 p.

130. LE BRAS Quentin, RITTER Léa, FASQUEL Dimitri, LESUEUR Marie, Lucas STERENN, GOUIN Stéphane. 2014. Etude de la consommation des algues alimentaires en France.
131. A. Chouikhi. Les applications potentielles des macroalgues marines et les activités pharmacologiques de leurs métabolites : Revue Institute of Marine Sciences & Technology/ Dokuz Eylul University Inter-Islamic Science & Technology Network on Oceanography, Izmir-TURKEY. (USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems" CIPCA4"TAGHIT (Bechar) – ALGERIA, 19-21 November, 2013).
132. . Programme IDEALG Phase 1. Etude nationale. Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST n°35, 72 p.
133. L DABOUINEAU. Un autre regard sur les algues marines.
134. Spirulina In Microscope. Image www.wikipédia.org
135. Nardo VICENTE ; Spiruline et développement. Carole PIERLOVISI. Composition chimique de la spiruline. Colloque international sur la spiruline Toliara sud-ouest de Madagascar. 2008. Amha BELAY. Connaissances sur les bénéfices de la spiruline sur la santé
136. Spiruline-Spirulina platensis. Plantes www.espritsante.com
137. Sébastien SGUERA .Spirulina platensis et ses constituants intérêts nutritionnels et activités thérapeutiques. Faculté de Pharmacie. Université Henri Poincaré - Nancy 1. 2008
138. Loïc CHARPY, Marie José LANGLADE et Romain ALLIOD. La Spiruline peut-elle être un atout pour la santé et le développement en Afrique. 2008.
139. Christophe Hug & Denis von der Weid. La spiruline dans la lutte contre la malnutrition bilan et perspectives. 2011
140. J FALQUET, J-P HURNI. Spiruline aspects nutritionnels. Antenna technologies. Novembre 2006.

141. SALL MG et al. La spiruline : une source alimentaire à promouvoir. Médecine d'Afrique Noire : 1999.
142. Spiruline. Phytothérapie. Plantes médicinales. www.doctissimo.fr
143. Les ingrédients des compléments alimentaires. Spiruline. www.eurekasanté.vidal.fr
144. Fucus vésiculosus. Image www.alexhyde.photoshelter.com
145. Fucus. Encyclopédie phytothérapie www.vulgaris-medical.com
146. G. LECOINTRE & H. Le GUYADER. Belin. "Classification phylogénétique du vivant".2001
147. Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et la flore Subaquatiques.
148. Fucus. Phytothérapie. Plante médicinales www.doctissimo.fr
149. Fucus. Phytothérapie. www.santemarket.fr
150. varech-vésiculeux www.complements-alimentaires.co
151. Dr Hajime FUJII. Le fucoïdane, un supplément nutritionnel particulièrement populaire au japon. Nutranews. 2007
152. Winter-Griffith, H.: The Vital Vitamin Fact File. 1988. Thorsons Publishing ISBN 0-7225-1693-2.
153. Gaël RUIZ. Extraction, Détermination Structurale et Valorisation Chimique de Phycocolloïdes d'Algues Rouges. Université de Limoges. 2005.
154. le lithothamne, désacidifiant naturel de l'organisme. 2009.
155. Guy ROULIER. Le lithothamne : ses vertus santé anti-acide, reminéralisant
156. Amélie PADIOLO. Lithothamne, l'algue anti-acidité. 2015.
157. Image chlorella vulgaris. Encyclopédia of life www.eol.org
158. Bruno de reviers."Biologie et phylogénie des algues". 2003

159. Heath Canada .Produit de santé naturel. chlorelle – *Chlorella vulgaris* monographie. Becker 2007
160. Barbara Clement-Larosière. Etude de la croissance de *Chlorella vulgaris* en photobioréacteur batch et continu, en présence de concentrations élevées de CO₂. Other. Ecole Centrale Paris, 2012.
161. EMMA. La chlorelle, l'algue bienfaitrice purifiante. 2015
162. Gilles COMPAIN. Quatre compléments alimentaires incontournables. biocontact n° 221. 2012.
163. Parapharmacie. Compléments alimentaires. *Chlorella*
www.eurekasante.vidal.fr
164. *Chondrus crispus*. Image www.wikipédia.org
165. Carrageen. Irish moss www.irishseaweeds.com
166. J-C JULIEN. Description de *Chondrus crispus*. Avril 2008
167. B. BOULLARD. Plantes médicinales du monde. Croyances et réalités. Editions ESTEM. 2001. p21
168. CEVA (Centre d'étude et de valorisation des algues). France. 2015
169. J. BRUNETON. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4ème édition. P 60.
170. Mayell M. Maitake Extracts and Their Therapeutic Potential R A Review. *Alternative Medicine Review*. 2001;6(1):48-60
171. http://www.synadiet.org/sites/default/files/page/files/annexe_2_ca_a_base_de_plantes_mars_2015.pdf
172. Bureau L. Plantes médicinales et compléments alimentaires à base de plantes. *Phytothérapie*. 2015 ; 13 : 335-344
173. European Commission. Novel Food Catalogue. http://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/catalogue/index_en.htm (consulté le 19.10.2015)

174. <http://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/desmodium.htm>
175. <http://larodz.chez-alice.fr/plantes/ginseng.html>
176. Paul Schauenberg, Ferdinand Paris, *Guide des plantes médicinales*, éditions Delachaux et Niestlé 2010. Collectif, *Encyclopédie des plantes médicinales*, éditions Larousse.
177. <http://www.santemedecine.journaldesfemmes.com>

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 la législation en vigueur, aux règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.*
- *De ne 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
- الرباط -

قسم الصيدلي

بسم الله الرحمن الرحيم

وأحس بالثمن العظيم

- أن أراقب الله في مهنتي
- أن أبجل أساتذتي الذين تعلمت على أيديهم مبادئ مهنتي وأعترف لهم بالجميل وأبقى دوما وفيا 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

جامعة محمد الخامس - الرباط
كلية الطب والصيدلة بالرباط

أطروحة رقم: 98

سنة: 2017

المكملات الغذائية

الطبيعية

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم.....

من طرف

السيدة: زينب التجاني

المزادة في: 20 نونبر 1993 بشفاون

لنيل شهادة الدكتوراه في الصيدلة

الكلمات الأساسية: المكملات الغذائية - الطحالب - الفطر - النباتات

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس

السيدة: سعيدة طلال

أستاذة في علم الكيمياء الحيوية

مشرف

السيد: رشيد النجاري

أستاذ مبرز في الصيدلة القائمة على الإدراك الحسي

أعضاء

السيد: محمد أولاد بويحيى الإدريسي

أستاذ مبرز في الكيمياء التحليلية

السيد: جواد الحارثي

أستاذ مبرز في الكيمياء العلاجية