

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

ANNEE: 2012

THESE N°: 14

**POTENTIALITES THERAPEUTIQUES
D'OPUNTIA FICUS INDICA AU MAROC ET EN TUNISIE**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le :

PAR

Mlle. Oumaya BHIRA
Née le 02 Mai 1986 à Timis

Pour l'Obtention du Doctorat en Pharmacie

MOTS CLES: *Opuntia ficus indica* - Potentialités thérapeutiques- Enquête ethnopharmacologique -
Tunisie - Maroc.

JURY

Mr. L. EL GUESSABI Professeur de Pharmacognosie	PRESIDENT
Mme. K. ALAOU Professeur de Pharmacologie	RAPPORTEUR
Mr. M. ANSAR Professeur de Chimie Thérapeutique	} JUGES
Mr. A. LAATIRIS Professeur de Pharmacie Galénique	
Mr. N. ESSAFI Professeur de Chimie et Membre Associé	



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

1962 – 1969 : Docteur 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

ADMINISTRATION :

Doyen : Professeur Najia HAJJAJ
Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et estudiantines
Professeur Mohammed JIDDANE
Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération
Professeur Ali BENOMAR
Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie
Professeur Yahia CHERRAH
Secrétaire Général : Mr. El Hassane AHALLAT

PROFESSEURS :

Février, Septembre, Décembre 1973

1. Pr. CHKILI Taieb Neuropsychiatrie

Janvier et Décembre 1976

2. Pr. HASSAR Mohamed Pharmacologie Clinique

Mars, Avril et Septembre 1980

3. Pr. EL KHAMLICHI Abdeslam Neurochirurgie

4. Pr. MESBAHI Redouane Cardiologie

Mai et Octobre 1981

5. Pr. BOUZOUBAA Abdelmajid Cardiologie

6. Pr. EL MANOUAR Mohamed Traumatologie-Orthopédie

7. Pr. HAMANI Ahmed* Cardiologie

8. Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajih Chirurgie Cardio-Vasculaire

9. Pr. SBIHI Ahmed Anesthésie –Réanimation

10. Pr. TAOBANE Hamid* Chirurgie Thoracique

Mai et Novembre 1982

11. Pr. ABROUQ Ali*
12. Pr. BENOMAR M'hammed
13. Pr. BENSOUA Mohamed
14. Pr. BENOSMAN Abdellatif
15. Pr. LAHBABI ép. AMRANI Naïma

Oto-Rhino-Laryngologie
Chirurgie-Cardio-Vasculaire
Anatomie
Chirurgie Thoracique
Physiologie

Novembre 1983

16. Pr. ALAOUI TAHIRI Kébir*
17. Pr. BALAFREJ Amina
18. Pr. BELLAKHDAR Fouad
19. Pr. HAJJAJ ép. HASSOUNI Najia
20. Pr. SRAIRI Jamal-Eddine

Pneumo-ptisiologie
Pédiatrie
Neurochirurgie
Rhumatologie
Cardiologie

Décembre 1984

21. Pr. BOUCETTA Mohamed*
22. Pr. EL GUEDDARI Brahim El Khalil
23. Pr. MAAOUNI Abdelaziz
24. Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi
25. Pr. NAJI M'Barek *
26. Pr. SETTAF Abdellatif

Neurochirurgie
Radiothérapie
Médecine Interne
Anesthésie -Réanimation
Immuno-Hématologie
Chirurgie

Novembre et Décembre 1985

27. Pr. BENJELLOUNHalima
28. Pr. BENSALIM Younes
29. Pr. EL ALAOUI Faris Moulay El Mostafa
30. Pr. IHRAI Hssain *
31. Pr. IRAQI Ghali
32. Pr. KZADRI Mohamed

Cardiologie
Pathologie Chirurgicale
Neurologie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
Pneumo-ptisiologie
Oto-Rhino-laryngologie

Janvier, Février et Décembre 1987

33. Pr. AJANA Ali
34. Pr. AMMAR Fanid
35. Pr. CHAHED OUZZANI Houria ép.TAOBANE
36. Pr. EL FASSY FIHRI Mohamed Taoufiq
37. Pr. EL HAITEM Naïma
38. Pr. EL MANSOURI Abdellah*
39. Pr. EL YAACOUBI Moradh
40. Pr. ESSAID EL FEYDI Abdellah
41. Pr. LACHKAR Hassan
42. Pr. OHAYON Victor*
43. Pr. YAHYAOUI Mohamed

Radiologie
Pathologie Chirurgicale
Gastro-Entérologie
Pneumo-ptisiologie
Cardiologie
Chimie-Toxicologie Expertise
Traumatologie Orthopédie
Gastro-Entérologie
Médecine Interne
Médecine Interne
Neurologie

Décembre 1988

- 44. Pr. BENHAMAMOUCH Mohamed Najib
- 45. Pr. DAFIRI Rachida
- 46. Pr. FAIK Mohamed
- 47. Pr. HERMAS Mohamed
- 48. Pr. TOLOUNE Farida*

Chirurgie Pédiatrique
Radiologie
Urologie
Traumatologie Orthopédie
Médecine Interne

Décembre 1989 Janvier et Novembre 1990

- 49. Pr. ADNAOUI Mohamed
- 50. Pr. AOUNI Mohamed
- 51. Pr. BENAMEUR Mohamed*
- 52. Pr. BOUKILI MAKHOUKHI Abdelali
- 53. Pr. CHAD Bouziane
- 54. Pr. CHKOFF Rachid
- 55. Pr. KHARBACH Aïcha
- 56. Pr. MANSOURI Fatima
- 57. Pr. OUAZZANI Taïbi Mohamed Réda
- 58. Pr. SEDRATI Omar*
- 59. Pr. TAZI Saoud Anas

Médecine Interne
Médecine Interne
Radiologie
Cardiologie
Pathologie Chirurgicale
Urologie
Gynécologie -Obstétrique
Anatomie-Pathologique
Neurologie
Dermatologie
Anesthésie Réanimation

Février Avril Juillet et Décembre 1991

- 60. Pr. AL HAMANY Zaïtounia
- 61. Pr. ATMANI Mohamed*
- 62. Pr. AZZOUZI Abderrahim
- 63. Pr. BAYAHIA Rabéa ép. HASSAM
- 64. Pr. BELKOUCHI Abdelkader
- 65. Pr. BENABDELLAH Chahrazad
- 66. Pr. BENCHEKROUN BELABBES Abdellatif
- 67. Pr. BENSOUDA Yahia
- 68. Pr. BERRAHO Amina
- 69. Pr. BEZZAD Rachid
- 70. Pr. CHABRAOUI Layachi
- 71. Pr. CHANA El Houssaine*
- 72. Pr. CHERRAH Yahia
- 73. Pr. CHOKAIRI Omar
- 74. Pr. FAJRI Ahmed*
- 75. Pr. JANATI Idrissi Mohamed*
- 76. Pr. KHATTAB Mohamed
- 77. Pr. NEJMI Maati
- 78. Pr. OUAALINE Mohammed*
- 79. Pr. SOULAYMANI Rachida ép. BENCHEIKH
- 80. Pr. TAOUFIK Jamal

Anatomie-Pathologique
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Néphrologie
Chirurgie Générale
Hématologie
Chirurgie Générale
Pharmacie galénique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Biochimie et Chimie
Ophtalmologie
Pharmacologie
Histologie Embryologie
Psychiatrie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Anesthésie-Réanimation
Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène
Pharmacologie
Chimie thérapeutique

Décembre 1992

81. Pr. AHALLAT Mohamed
82. Pr. BENOUDA Amina
83. Pr. BENSOUA Adil
84. Pr. BOUJIDA Mohamed Najib
85. Pr. CHAHED OUZZANI Laaziza
86. Pr. CHRAIBI Chafiq
87. Pr. DAOUDI Rajae
88. Pr. DEHAYNI Mohamed*
89. Pr. EL HADDOURY Mohamed
90. Pr. EL OUAHABI Abdessamad
91. Pr. FELLAT Rokaya
92. Pr. GHAFIR Driss*
93. Pr. JIDDANE Mohamed
94. Pr. OUZZANI TAIBI Med Charaf Eddine
95. Pr. TAGHY Ahmed
96. Pr. ZOUHDI Mimoun

Mars 1994

97. Pr. AGNAOU Lahcen
98. Pr. AL BAROUDI Saad
99. Pr. BENCHERIFA Fatiha
100. Pr. BENJAAFAR Noureddine
101. Pr. BENJELLOUN Samir
102. Pr. BEN RAIS Nozha
103. Pr. CAOUI Malika
104. Pr. CHRAIBI Abdelmjid
105. Pr. EL AMRANI Sabah ép. AHALLAT
106. Pr. EL AOUAD Rajae
107. Pr. EL BARDOUNI Ahmed
108. Pr. EL HASSANI My Rachid
109. Pr. EL IDRISSE LAMGHARI Abdennaceur
110. Pr. EL KIRAT Abdelmajid*
111. Pr. ERROUGANI Abdelkader
112. Pr. ESSAKALI Malika
113. Pr. ETTAYEBI Fouad
114. Pr. HADRI Larbi*
115. Pr. HASSAM Badredine
116. Pr. IFRINE Lahssan
117. Pr. JELTHI Ahmed
118. Pr. MAHFOUD Mustapha
119. Pr. MOUDENE Ahmed*
120. Pr. OULBACHA Said
121. Pr. RHRAB Brahim
122. Pr. SENOUCI Karima ép. BELKHADIR
123. Pr. SLAOUI Anas

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

Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Ophtalmologie
Radiothérapie
Chirurgie Générale
Biophysique
Biophysique
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Gynécologie Obstétrique
Immunologie
Traumato-Orthopédie
Radiologie
Médecine Interne
Chirurgie Cardio- Vasculaire
Chirurgie Générale
Immunologie
Chirurgie Pédiatrique
Médecine Interne
Dermatologie
Chirurgie Générale
Anatomie Pathologique
Traumatologie – Orthopédie
Traumatologie- Orthopédie
Chirurgie Générale
Gynécologie –Obstétrique
Dermatologie
Chirurgie Cardio-Vasculaire

Mars 1994

- 124. Pr. ABBAR Mohamed*
- 125. Pr. ABDELHAK M'barek
- 126. Pr. BELAIDI Halima
- 127. Pr. BRAHMI Rida Slimane
- 128. Pr. BENTAHILA Abdelali
- 129. Pr. BENYAHIA Mohammed Ali
- 130. Pr. BERRADA Mohamed Saleh
- 131. Pr. CHAMI Ilham
- 132. Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
- 133. Pr. EL ABBADI Najia
- 134. Pr. HANINE Ahmed*
- 135. Pr. JALIL Abdelouahed
- 136. Pr. LAKHDAR Amina
- 137. 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

- 138. Pr. ABOUQUAL Redouane
- 139. Pr. AMRAOUI Mohamed
- 140. Pr. BAIDADA Abdelaziz
- 141. Pr. BARGACH Samir
- 142. Pr. BEDDOUCHE Amokrane*
- 143. Pr. BENZAOUZ Mustapha
- 144. Pr. CHAARI Jilali*
- 145. Pr. DIMOU M'barek*
- 146. Pr. DRISSI KAMILI Mohammed Nordine*
- 147. Pr. EL MESNAOUI Abbas
- 148. Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
- 149. Pr. FERHATI Driss
- 150. Pr. HASSOUNI Fadil
- 151. Pr. HDA Abdelhamid*
- 152. Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
- 153. Pr. IBRAHIMY Wafaa
- 154. Pr. MANSOURI Aziz
- 155. Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
- 156. Pr. RZIN Abdelkader*
- 157. Pr. SEFIANI Abdelaziz
- 158. Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Réanimation Médicale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Urologie
Gastro-Entérologie
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Oto-Rhino-Laryngologie
Gynécologie Obstétrique
Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène
Cardiologie
Urologie
Ophtalmologie
Radiothérapie
Ophtalmologie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Génétique
Réanimation Médicale

159. Décembre 1996

- 160.** Pr. AMIL Touriya*
161. Pr. BELKACEM Rachid
162. Pr. BELMAHI Amin
163. Pr. BOULANOUAR Abdelkrim
164. Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
165. Pr. EL MELLOUKI Ouafae*
166. Pr. GAOUZI Ahmed
167. Pr. MAHFOUDI M'barek*
168. Pr. MOHAMMADINE EL Hamid
169. Pr. MOHAMMADI Mohamed
170. Pr. MOULINE Soumaya
171. Pr. OUADGHIRI Mohamed
172. Pr. OUZEDDOUN Naima
173. Pr. ZBIR EL Mehdi*

Radiologie
Chirurgie Pédiatrie
Chirurgie réparatrice et plastique
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Parasitologie
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Générale
Médecine Interne
Pneumo-phtisiologie
Traumatologie-Orthopédie
Néphrologie
Cardiologie

Novembre 1997

- 174.** Pr. ALAMI Mohamed Hassan
175. Pr. BEN AMAR Abdesselem
176. Pr. BEN SLIMANE Lounis
177. Pr. BIROUK Nazha
178. Pr. BOULAICH Mohamed
179. Pr. CHAOUIR Souad*
180. Pr. DERRAZ Said
181. Pr. ERREIMI Naima
182. Pr. FELLAT Nadia
183. Pr. GUEDDARI Fatima Zohra
184. Pr. HAIMEUR Charki*
185. Pr. KANOUNI NAWAL
186. Pr. KOUTANI Abdellatif
187. Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
188. Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
189. Pr. NAZI M'barek*
190. Pr. OUAHABI Hamid*
191. Pr. SAFI Lahcen*
192. Pr. TAOUFIQ Jallal
193. Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie-Obstétrique
Chirurgie Générale
Urologie
Neurologie
O.RL.
Radiologie
Neurochirurgie
Pédiatrie
Cardiologie
Radiologie
Anesthésie Réanimation
Physiologie
Urologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Cardiologie
Neurologie
Anesthésie Réanimation
Psychiatrie
Gynécologie Obstétrique

Novembre 1998

- 194.** Pr. AFIFI RAJAA
195. Pr. AIT BENASSER MOULAY Ali*
196. Pr. ALOUANE Mohammed*
197. Pr. BENOMAR ALI
198. Pr. BOUGTAB Abdesslam

Gastro-Entérologie
Pneumo-phtisiologie
Oto-Rhino-Laryngologie
Neurologie
Chirurgie Générale

- 199.** Pr. ER RIHANI Hassan
200. Pr. EZZAITOUNI Fatima
201. Pr. KABBAJ Najat
202. Pr. LAZRAK Khalid (M)
Novembre 1998
203. Pr. BENKIRANE Majid*
204. Pr. KHATOURI ALI*
205. Pr. LABRAIMI Ahmed*

Oncologie Médicale
Néphrologie
Radiologie
Traumatologie Orthopédie

Hématologie
Cardiologie
Anatomie Pathologique

Janvier 2000

- 206.** Pr. ABID Ahmed*
207. Pr. AIT OUMAR Hassan
208. Pr. BENCHERIF My Zahid
209. Pr. BENJELLOUN DAKHAMA Badr.Sououd
210. Pr. BOURKADI Jamal-Eddine
211. Pr. CHAOUI Zineb
212. Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
213. Pr. ECHARRAB El Mahjoub
214. Pr. EL FTOUH Mustapha
215. Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
216. Pr. EL OTMANY Azzedine
217. Pr. GHANNAM Rachid
218. Pr. HAMMANI Lahcen
219. Pr. ISMAILI Mohamed Hatim
220. Pr. ISMAILI Hassane*
221. Pr. KRAMI Hayat Ennoufouss
222. Pr. MAHMOUDI Abdelkrim*
223. Pr. TACHINANTE Rajae
224. Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Pneumophtisiologie
Pédiatrie
Ophtalmologie
Pédiatrie
Pneumo-physiologie
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-physiologie
Neurochirurgie
Chirurgie Générale
Cardiologie
Radiologie
Anesthésie-Réanimation
Traumatologie Orthopédie
Gastro-Entérologie
Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne

Novembre 2000

- 225.** Pr. AIDI Saadia
226. Pr. AIT OURHROUI Mohamed
227. Pr. AJANA Fatima Zohra
228. Pr. BENAMR Said
229. Pr. BENCHEKROUN Nabiha
230. Pr. CHERTI Mohammed
231. Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma
232. Pr. EL HASSANI Amine
233. Pr. EL IDGHIRI Hassan
234. Pr. EL KHADER Khalid
235. Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah*
236. Pr. GHARBI Mohamed El Hassan
237. Pr. HSSAIDA Rachid*

Neurologie
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Générale
Ophtalmologie
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Pédiatrie
Oto-Rhino-Laryngologie
Urologie
Rhumatologie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Anesthésie-Réanimation

238. Pr. LACHKAR Azzouz
 239. Pr. LAHLOU Abdou
 240. Pr. MAFTAH Mohamed*
 241. Pr. MAHASSINI Najat
 242. Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae
 243. Pr. NASSIH Mohamed*
 244. Pr. ROUIMI Abdelhadi

Urologie
 Traumatologie Orthopédie
 Neurochirurgie
 Anatomie Pathologique
 Pédiatrie
 Stomatologie Et Chirurgie Maxillo-Faciale
 Neurologie

Décembre 2001

245. Pr. ABABOU Adil
 246. Pr. AOUAD Aicha
 247. Pr. BALKHI Hicham*
 248. Pr. BELMEKKI Mohammed
 249. Pr. BENABDELJLIL Maria
 250. Pr. BENAMAR Loubna
 251. Pr. BENAMOR Jouda
 252. Pr. BENELBARHDADI Imane
 253. Pr. BENNANI Rajae
 254. Pr. BENOUACHANE Thami
 255. Pr. BENYOUSSEF Khalil
 256. Pr. BERRADA Rachid
 257. Pr. BEZZA Ahmed*
 258. Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
 259. Pr. BOUHOUCHE Rachida
 260. Pr. BOUMDIN El Hassane*
 261. Pr. CHAT Latifa
 262. Pr. CHELLAOUI Mounia
 263. Pr. DAALI Mustapha*
 264. Pr. DRISSE Sidi Mourad*
 265. Pr. EL HAJOUI Ghziel Samira
 266. Pr. EL HIJRI Ahmed
 267. Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid
 268. Pr. EL MADHI Tarik
 269. Pr. EL MOUSSAIF Hamid
 270. Pr. EL OUNANI Mohamed
 271. Pr. EL QUESSAR Abdeljlil
 272. Pr. ETTAIR Said
 273. Pr. GAZZAZ Miloudi*
 274. Pr. GOURINDA Hassan
 275. Pr. HRORA Abdelmalek
 276. Pr. KABBAJ Saad
 277. Pr. KABIRI EL Hassane*
 278. Pr. LAMRANI Moulay Omar
 279. Pr. LEKEHAL Brahim

Anesthésie-Réanimation
 Cardiologie
 Anesthésie-Réanimation
 Ophtalmologie
 Neurologie
 Néphrologie
 Pneumo-phtisiologie
 Gastro-Entérologie
 Cardiologie
 Pédiatrie
 Dermatologie
 Gynécologie Obstétrique
 Rhumatologie
 Anatomie
 Cardiologie
 Radiologie
 Radiologie
 Radiologie
 Chirurgie Générale
 Radiologie
 Gynécologie Obstétrique
 Anesthésie-Réanimation
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie-Pédiatrique
 Ophtalmologie
 Chirurgie Générale
 Radiologie
 Pédiatrie
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie-Pédiatrique
 Chirurgie Générale
 Anesthésie-Réanimation
 Chirurgie Thoracique
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Vasculaire Périphérique

280. Pr. MAHASSIN Fattouma*	Médecine Interne
281. Pr. MEDARHRI Jalil	Chirurgie Générale
282. Pr. MIKDAME Mohammed*	Hématologie Clinique
283. Pr. MOHSINE Raouf	Chirurgie Générale
284. Pr. NABIL Samira	Gynécologie Obstétrique
285. Pr. NOUINI Yassine	Urologie
286. Pr. OUALIM Zouhir*	Néphrologie
287. Pr. SABBAH Farid	Chirurgie Générale
288. Pr. SEFIANI Yasser	Chirurgie Vasculaire Périphérique
289. Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia	Pédiatrie
290. Pr. TAZI MOUKHA Karim	Urologie

Décembre 2002

291. Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane*	Anatomie Pathologique
292. Pr. AMEUR Ahmed *	Urologie
293. Pr. AMRI Rachida	Cardiologie
294. Pr. AOURARH Aziz*	Gastro-Entérologie
295. Pr. BAMOU Youssef *	Biochimie-Chimie
296. Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*	Endocrinologie et Maladies Métaboliques
297. Pr. BENBOUAZZA Karima	Rhumatologie
298. Pr. BENZEKRI Laila	Dermatologie
299. Pr. BENZZOUBEIR Nadia*	Gastro-Entérologie
300. Pr. BERNOUSSI Zakiya	Anatomie Pathologique
301. Pr. BICHA Mohamed Zakariya	Psychiatrie
302. Pr. CHOHO Abdelkrim *	Chirurgie Générale
303. Pr. CHKIRATE Bouchra	Pédiatrie
304. Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair	Chirurgie Pédiatrique
305. Pr. EL ALJ Haj Ahmed	Urologie
306. Pr. EL BARNOUSSI Leila	Gynécologie Obstétrique
307. Pr. EL HAOURI Mohamed *	Dermatologie
308. Pr. EL MANSARI Omar*	Chirurgie Générale
309. Pr. ES-SADEL Abdelhamid	Chirurgie Générale
310. Pr. FILALI ADIB Abdelhai	Gynécologie Obstétrique
311. Pr. HADDOUR Leila	Cardiologie
312. Pr. HAJJI Zakia	Ophtalmologie
313. Pr. IKEN Ali	Urologie
314. Pr. ISMAEL Farid	Traumatologie Orthopédie
315. Pr. JAAFAR Abdeloihab*	Traumatologie Orthopédie
316. Pr. KRIOULE Yamina	Pédiatrie
317. Pr. LAGHMARI Mina	Ophtalmologie
318. Pr. MABROUK Hfid*	Traumatologie Orthopédie
319. Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss*	Gynécologie Obstétrique
320. Pr. MOUSTAGHFIR Abdelhamid*	Cardiologie
321. Pr. MOUSTAINE My Rachid	Traumatologie Orthopédie

322. Pr. NAITLHO Abdelhamid*
 323. Pr. OUJILAL Abdelilah
 324. Pr. RACHID Khalid *
 325. Pr. RAISS Mohamed
 326. Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha*
 327. Pr. RHOU Hakima
 328. Pr. SIAH Samir *
 329. Pr. THIMOU Amal
 330. Pr. ZENTAR Aziz*
 331. Pr. ZRARA Ibtisam*

Médecine Interne
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Générale
 Pneumophtisiologie
 Néphrologie
 Anesthésie Réanimation
 Pédiatrie
 Chirurgie Générale
 Anatomie Pathologique

PROFESSEURS AGREGES :

Janvier 2004

332. Pr. ABDELLAH El Hassan
 333. Pr. AMRANI Mariam
 334. Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
 335. Pr. BENKIRANE Ahmed*
 336. Pr. BENRAMDANE Larbi*
 337. Pr. BOUGHALEM Mohamed*
 338. Pr. BOULAADAS Malik
 339. Pr. BOURAZZA Ahmed*
 340. Pr. CHAGAR Belkacem*
 341. Pr. CHERRADI Nadia
 342. Pr. EL FENNI Jamal*
 343. Pr. EL HANCHI ZAKI
 344. Pr. EL KHORASSANI Mohamed
 345. Pr. EL YOUNASSI Badreddine*
 346. Pr. HACHI Hafid
 347. Pr. JABOUIRIK Fatima
 348. Pr. KARMANE Abdelouahed
 349. Pr. KHABOUZE Samira
 350. Pr. KHARMAZ Mohamed
 351. Pr. LEZREK Mohammed*
 352. Pr. MOUGHIL Said
 353. Pr. NAOUMI Asmae*
 354. Pr. SAADI Nozha
 355. Pr. SASSENOU ISMAIL*
 356. Pr. TARIB Abdelilah*
 357. Pr. TIJAMI Fouad
 358. Pr. ZARZUR Jamila

Ophtalmologie
 Anatomie Pathologique
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Gastro-Entérologie
 Chimie Analytique
 Anesthésie Réanimation
 Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
 Neurologie
 Traumatologie Orthopédie
 Anatomie Pathologique
 Radiologie
 Gynécologie Obstétrique
 Pédiatrie
 Cardiologie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Ophtalmologie
 Gynécologie Obstétrique
 Traumatologie Orthopédie
 Urologie
 Chirurgie Cardio-Vasculaire
 Ophtalmologie
 Gynécologie Obstétrique
 Gastro-Entérologie
 Pharmacie Clinique
 Chirurgie Générale
 Cardiologie

359. Janvier 2005

- 360.** Pr. ABBASSI Abdellah
361. Pr. AL KANDRY Sif Eddine*
362. Pr. ALAOUI Ahmed Essaid
363. Pr. ALLALI Fadoua
364. Pr. AMAR Yamama
365. Pr. AMAZOUZI Abdellah
366. Pr. AZIZ Nouredine*
367. Pr. BAHIRI Rachid
368. Pr. BARKAT Amina
369. Pr. BENHALIMA Hanane
370. Pr. BENHARBIT Mohamed
371. Pr. BENYASS Aatif
372. Pr. BERNOUSSI Abdelghani
373. Pr. BOUKLATA Salwa
374. Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Mohamed
375. Pr. DOUDOUH Abderrahim*
376. Pr. EL HAMZAOUI Sakina
377. Pr. HAJJI Leila
378. Pr. HESSISSEN Leila
379. Pr. JIDAL Mohamed*
380. Pr. KARIM Abdelouahed
381. Pr. KENDOUSI Mohamed*
382. Pr. LAAROUSSI Mohamed
383. Pr. LYAGOUBI Mohammed
384. Pr. NIAMANE Radouane*
385. Pr. RAGALA Abdelhak
386. Pr. SBIHI Souad
387. Pr. TNACHERI OUAZZANI Btissam
388. Pr. ZERAIDI Najia
- Chirurgie Réparatrice et Plastique
Chirurgie Générale
Microbiologie
Rhumatologie
Néphrologie
Ophtalmologie
Radiologie
Rhumatologie
Pédiatrie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo Faciale
Ophtalmologie
Cardiologie
Ophtalmologie
Radiologie
Ophtalmologie
Biophysique
Microbiologie
Cardiologie
Pédiatrie
Radiologie
Ophtalmologie
Cardiologie
Chirurgie Cardio-vasculaire
Parasitologie
Rhumatologie
Gynécologie Obstétrique
Histo-Embryologie Cytogénétique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique

AVRIL 2006

- 423.** Pr. ACHEMLAL Lahsen*
424. Pr. AFIFI Yasser
425. Pr. AKJOUJ Said*
426. Pr. BELGNAOUI Fatima Zahra
427. Pr. BELMEKKI Abdelkader*
428. Pr. BENCHEIKH Razika
429. Pr. BIYI Abdelhamid*
430. Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine
431. Pr. BOULAHYA Abdellatif*
432. Pr. CHEIKHAOUI Younes
433. Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
- Rhumatologie
Dermatologie
Radiologie
Dermatologie
Hématologie
O.R.L
Biophysique
Chirurgie - Pédiatrique
Chirurgie Cardio – Vasculaire
Chirurgie Cardio – Vasculaire
Gynécologie Obstétrique

434. Pr. DOGHMI Nawal	Cardiologie
435. Pr. ESSAMRI Wafaa	Gastro-entérologie
436. Pr. FELLAT Ibtissam	Cardiologie
437. Pr. FAROUDY Mamoun	Anesthésie Réanimation
438. Pr. GHADOUANE Mohammed*	Urologie
439. Pr. HARMOUCHE Hicham	Médecine Interne
440. Pr. HANAFI Sidi Mohamed*	Anesthésie Réanimation
441. Pr. IDRIS LAHLOU Amine	Microbiologie
442. Pr. JROUNDI Laila	Radiologie
443. Pr. KARMOUNI Tariq	Urologie
444. Pr. KILI Amina	Pédiatrie
445. Pr. KISRA Hassan	Psychiatrie
446. Pr. KISRA Mounir	Chirurgie – Pédiatrique
447. Pr. KHARCHAFI Aziz*	Médecine Interne
448. Pr. LAATIRIS Abdelkader*	Pharmacie Galénique
449. Pr. LMIMOUNI Badreddine*	Parasitologie
450. Pr. MANSOURI Hamid*	Radiothérapie
451. Pr. NAZIH Naoual	O.R.L
452. Pr. OUANASS Abderrazzak	Psychiatrie
453. Pr. SAFI Soumaya*	Endocrinologie
454. Pr. SEKKAT Fatima Zahra	Psychiatrie
455. Pr. SEFIANI Sana	Anatomie Pathologique
456. Pr. SOUALHI Mouna	Pneumo – Phtisiologie
457. Pr. TELLAL Saida*	Biochimie
458. Pr. ZAHRAOUI Rachida	Pneumo – Phtisiologie

Octobre 2007

458. Pr. LARAQUI HOUSSEINI Leila	Anatomie pathologique
459. Pr. EL MOUSSAOUI Rachid	Anesthésie réanimation
460. Pr. MOUSSAOUI Abdelmajid	Anesthésier réanimation
461. Pr. LALAOUI SALIM Jaafar *	Anesthésie réanimation
462. Pr. BAITE Abdelouahed *	Anesthésie réanimation
463. Pr. TOUATI Zakia	Cardiologie
464. Pr. OUZZIF Ez zohra*	Biochimie
465. Pr. BALOUCH Lhousaine *	Biochimie
466. Pr. SELKANE Chakir *	Chirurgie cardio vasculaire
467. Pr. EL BEKKALI Youssef *	Chirurgie cardio vasculaire
468. Pr. AIT HOUSSA Mahdi *	Chirurgie cardio vasculaire
469. Pr. EL ABSI Mohamed	Chirurgie générale
470. Pr. EHIRCHIOU Abdelkader *	Chirurgie générale
471. Pr. ACHOUR Abdessamad *	Chirurgie générale
472. Pr. TAJDINE Mohammed Tariq*	Chirurgie générale
473. Pr. GHARIB Noureddine	Chirurgie plastique

474. Pr. TABERKANET Mustafa *	Chirurgie vasculaire périphérique
475. Pr. ISMAILI Nadia	Dermatologie
476. Pr. MASRAR Azlarab	Hématologie biologique
477. Pr. RABHI Monsef *	Médecine interne
478. Pr. MRABET Mustapha*	Médecine préventive santé publique et hygiène
479. Pr. SEKHSOKH Yessine *	Microbiologie
480. Pr. SEFFAR Myriame	Microbiologie
481. Pr. LOUZI Lhoussein *	Microbiologie
482. Pr. MRANI Saad *	Virologie
483. Pr. GANA Rachid	Neuro chirurgie
484. Pr. ICHOU Mohamed *	Oncologie médicale
485. Pr. TACHFOUTI Samira	Ophtalmologie
486. Pr. BOUTIMZINE Nourdine	Ophtalmologie
487. Pr. MELLAL Zakaria	Ophtalmologie
488. Pr. AMMAR Haddou *	ORL
489. Pr. AOUIFI Sarra	Parasitologie
490. Pr. TLIGUI Houssain	Parasitologie
491. Pr. MOUTAJ Redouane *	Parasitologie
492. Pr. ACHACHI Leila	Pneumo phtisiologie
493. Pr. MARC Karima	Pneumo phtisiologie
494. Pr. BENZIANE Hamid *	Pharmacie clinique
495. Pr. CHERKAOUI Naoual *	Pharmacie galénique
496. Pr. EL OMARI Fatima	Psychiatrie
497. Pr. MAHI Mohamed *	Radiologie
498. Pr. RADOUANE Bouchaib*	Radiologie
499. Pr. KEBDANI Tayeb	Radiothérapie
500. Pr. SIFAT Hassan *	Radiothérapie
501. Pr. HADADI Khalid *	Radiothérapie
502. Pr. ABIDI Khalid	Réanimation médicale
503. Pr. MADANI Naoufel	Réanimation médicale
504. Pr. TANANE Mansour *	Traumatologie orthopédie
505. Pr. AMHAJJI Larbi *	Traumatologie orthopédie

Mars 2009

Pr. BJIJOU Younes	Anatomie
Pr. AZENDOUR Hicham *	Anesthésie Réanimation
Pr. BELYAMANI Lahcen*	Anesthésie Réanimation
Pr. BOUHSAIN Sanae *	Biochimie
Pr. OUKERRAJ Latifa	Cardiologie
Pr. LAMSAOURI Jamal *	Chimie Thérapeutique
Pr. MARMADE Lahcen	Chirurgie Cardio-vasculaire
Pr. AMAHZOUNE Brahim*	Chirurgie Cardio-vasculaire
Pr. AIT ALI Abdelmounaim *	Chirurgie Générale

Pr. BOUNAIM Ahmed *
 Pr. EL MALKI Hadj Omar
 Pr. MSSROURI Rahal
 Pr. CHTATA Hassan Toufik *
 Pr. BOUI Mohammed *
 Pr. KABBAJ Nawal
 Pr. FATHI Khalid
 Pr. MESSAOUDI Nezha *
 Pr. CHAKOUR Mohammed *
 Pr. DOGHMI Kamal *
 Pr. ABOUZAHIR Ali *
 Pr. ENNIBI Khalid *
 Pr. EL OUENNASS Mostapha
 Pr. ZOUHAIR Said*
 Pr. L'kassimi Hachemi*
 Pr. AKHADDAR Ali *
 Pr. AIT BENHADDOU El hachmia
 Pr. AGADR Aomar *
 Pr. KARBOUBI Lamya
 Pr. MESKINI Toufik
 Pr. KABIRI Meryem
 Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani *
 Pr. BASSOU Driss *
 Pr. ALLALI Nazik
 Pr. NASSAR Ittimade
 Pr. HASSIKOU Hasna *
 Pr. AMINE Bouchra
 Pr. BOUSSOUGA Mostapha *
 Pr. KADI Said *

Chirurgie Générale
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Dermatologie
 Gastro-entérologie
 Gynécologie obstétrique
 Hématologie biologique
 Hématologie biologique
 Hématologie clinique
 Médecine interne
 Médecine interne
 Microbiologie
 Microbiologie
 Microbiologie
 Neuro-chirurgie
 Neurologie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Pneumo-phtisiologie
 Radiologie
 Radiologie
 Radiologie
 Rhumatologie
 Rhumatologie
 Traumatologie orthopédique
 Traumatologie orthopédique

Octobre 2010

Pr. AMEZIANE Taoufiq*
 Pr. ERRABIH Ikram
 Pr. CHERRADI Ghizlan
 Pr. MOSADIK Ahlam
 Pr. ALILOU Mustapha
 Pr. KANOUNI Lamya
 Pr. EL KHARRAS Abdennasser*
 Pr. DARBI Abdellatif*
 Pr. EL HAFIDI Naima
 Pr. MALIH Mohamed*
 Pr. BOUSSIF Mohamed*
 Pr. EL MAZOUZ Samir

Médecine interne
 Gastro entérologie
 Cardiologie
 Anesthésie Réanimation
 Anesthésie réanimation
 Radiothérapie
 Radiologie
 Radiologie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Médecine aérologique
 Chirurgie plastique et réparatrice

Pr. DENDANE Mohammed Anouar
Pr. EL SAYEGH Hachem
Pr. MOUJAHID Mountassir*
Pr. RAISSOUNI Zakaria*
Pr. BOUAITY Brahim*
Pr. LEZREK Mounir
Pr. NAZIH Mouna*
Pr. LAMALMI Najat
Pr. ZOUAIDIA Fouad
Pr. BELAGUID Abdelaziz
Pr. DAMI Abdellah*
Pr. CHADLI Mariama*

Chirurgie pédiatrique
Urologie
Chirurgie générale
Traumatologie orthopédie
ORL
Ophtalmologie
Hématologie
Anatomie pathologique
Anatomie pathologique
Physiologie
Biochimie chimie
Microbiologie

ENSEIGNANTS SCIENTIFIQUES
PROFESSEURS

1. Pr. ABOUDRAR Saadia
2. Pr. ALAMI OUHABI Naima
3. Pr. ALAOUI KATIM
4. Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma
5. Pr. ANSAR M'hammed
6. Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz
7. Pr. BOUHOUCHE Ahmed
8. Pr. BOURJOUANE Mohamed
9. Pr. CHAHED OUZZANI Lalla Chadia
10. Pr. DAKKA Taoufiq
11. Pr. DRAOUI Mustapha
12. Pr. EL GUESSABI Lahcen
13. Pr. ETTAIB Abdelkader
14. Pr. FAOUZI Moulay El Abbes
15. Pr. HMAMOUCHE Mohamed
16. Pr. IBRAHIMI Azeddine
17. Pr. KABBAJ Ouafae
18. Pr. KHANFRI Jamal Eddine
19. Pr. REDHA Ahlam
20. Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med
21. Pr. TOUATI Driss
22. Pr. ZAHIDI Ahmed
23. Pr. ZELLOU Amina

Physiologie
Biochimie
Pharmacologie
Histologie-Embryologie
Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Applications Pharmaceutiques
Génétique Humaine
Microbiologie
Biochimie
Physiologie
Chimie Analytique
Pharmacognosie
Zootechnie
Pharmacologie
Chimie Organique

Biochimie
Biologie
Biochimie
Chimie Organique
Pharmacognosie
Pharmacologie
Chimie Organique

* *Enseignants Militaires*



Dédicaces

A mes parents,

Pour tout ce que vous m'avez inculqué et appris.

A mon père, pour sa présence et son exemple. Pour les sacrifices et l'amour inlassable que tu as consenti pour mon bien être, mon instruction et ma réussite.

Merci pour ta confiance.

A ma mère, pour l'amour et le soutien que tu m'as apportés. Pour avoir toujours cru en moi. Ta présence et tes encouragements sont pour moi les piliers fondateurs de ce que je suis et de ce que je fais.

Que cette thèse témoigne de mon respect et de mon amour.

A mes sœurs Emna et Anissa,

Merci d'être là.

Pour tous ces moments passés ensemble...

Merci pour votre amour.

*A ma grand-mère et à la mémoire
de mes autres grands parents,*

A mon oncle Hcine et toute sa famille,

A ma chère cousine Rim,

Pour ton soutien et tes encouragements.

A toute ma famille,

A tous mes amis de longues dates,

Imene, Hiba, Meriem, Ines, Ons, Yasmine, Aziz, Moez, Taha, Sami, Soumaya, Ahmed. Merci pour votre présence, votre écoute durant toutes ces années.

A Amira,

A nos délires et aux bons et mauvais moments qu'on a partagé ensemble. Merci pour ton aide et tes conseils.

A Belkisse,

Merci pour l'amitié sincère que tu me portes depuis 4 ans. A nos souvenirs, nos bonheurs partagés ensemble. Pour m'avoir aidée et supportée dans mes études. Que notre amitié dure toujours. Promis je t'enverrai les photos !

A Amine et Chouaib,

Merci pour votre soutien et votre écoute. Merci tout simplement d'être toujours là. Que de bons moments passés avec vous, dommage que ca se termine bientôt.

À toutes les personnes attachantes que j'ai eu la chance de côtoyer durant ces années d'études au Maroc :

Amina, ma chère colocataire je te souhaite tout le bonheur du monde,

Mohamed (panaché), pour tous les dérangements que je t'ai causé,

Youssef nos discussions me manqueront beaucoup,

Fatym Zahra merci pour ta générosité,

Othmane, Bouthayna, Hind, Ghizlane, Amine, Max, Zineb, Imene, Marwa, Khalil, Houthayfa, Bayrem, Faycal, Manal, Iliass, Karim, Salim.

À mes professeurs et mes maîtres de stage spécialement Monsieur et Madame MSAHLI,

À tous celles et ceux qui m'ont permis de m'ouvrir sur le monde, dont le monde pharmaceutique.

À tous merci.



Remerciements

A mon Président de thèse,

Professeur L. GUESSABI,

Professeur de pharmacognosie,

Un grand merci d'avoir accepté de présider ma thèse.

*Veillez cher président et maître, croire à l'expression
de notre plus profond respect et notre sincère admiration.*

A mon Rapporteur de thèse,

Professeur K, ALAOUI,

Professeur de pharmacologie,

*Vous m'avez fait l'honneur de me confier et encadrer ce travail.
Je tiens à vous exprimer mes remerciements pour votre disponibilité,
pour vos précieux conseils, votre disponibilité et votre confiance
quant à ce travail. Veuillez trouver ici le témoignage de mon plus
profond respect et de ma plus vive reconnaissance*

A mon Juge de thèse,

Professeur M. ANSAR,

Professeur de chimie thérapeutique,

Pour avoir aimablement accepté de participer à ce jury de thèse.

*Veillez trouvez ici l'expression de notre grand respect
et nos vifs remerciements.*

A mon juge,

Professeur A. LAATIRIS,

Professeur de pharmacie galénique,

Je vous remercie du grand honneur que vous me faites en siégeant dans ce jury. Aussi pour la sympathie et la disponibilité avec lesquelles vous avez accepté de juger mon travail.

A mon juge,

Professeur N. ESSAFI,

Professeur de Chimie,

*Je vous remercie pour votre disponibilité, Vous m'avez
fait l'honneur d'accepter de juger cette thèse,
Veuillez croire en ma profonde reconnaissance.*

LISTE DES ABREVIATIONS

CAM	: Crassulacean Acid Metabolism
PEP	: Phosphoénolpyruvate
MAT	: Matières azotées totales
NDF	: Neutral Detergent Fiber ou paroi totale
ADF	: Acid Detergent Fibre ou lignocellulose
ADL	: Acid detergent lignine ou lignine
DPPH	: 2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl
MDA	: Malondialdéhyde
NMDA	: N-méthyl-D- aspartate
KA	: Kainate
OGD	: Oxygène glucose deprivation
IL-4	: Interleukine 4
NF-κB	: Facteur nucléaire kappa B
ERK-1	: Extracellular signal-regulated kinase 1
ERK-2	: Extracellular signal-regulated kinase 2
MAP kinase	: Mitogen-activated protein kinase
LDL	: Lipoprotéine de faible densité
HDL	: Lipoprotéine de haute densité
POMC	: Polysaccharides extraits des cladodes de l' <i>Opuntia monacantha</i>
STZ	: Streptozotocine
OHSt	: L'extrait des tiges d' <i>Opuntia humifusa</i>
NC	: Normal control
TNF-α	: Facteur de nécrose tumorale alpha

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Biosynthèse des métabolites secondaires.....	18
Figure 2 : Méthode ethnopharmacologique.....	24
Figure 3 : Le figuier de barbarie : a)la plante, b) les cladodes, c)les fleurs, d) le fruit.	39
Figure 4 : Cycle photosynthétique des plantes de type CAM	40
Figure 5 : Graines de figue de barbarie.....	45
Figure 6 : Structure chimique du radical libre DPPH• (2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl).....	53
Figure 7 : Structure chimique du malondialaldéhyde.....	54
Figure 8 : structure chimique du quercetin, dihydroquercetin, et quercetin 3-méthyl éther.....	57
Figure 9 : Observations microscopiques de la muqueuse gastrique des rats. (A) rats traités par les cladodes lyophilisés d' <i>Opuntia ficus indica</i> (20 X). (B) rats traités d'Éthanol (40X)	60
Figure 10 : Taux de glycémie chez des rats témoins et pré traités en l'huile d' <i>Opuntia ficus indica</i> (25g /kg).....	69
Figure 11 : Taux de glycogène chez des rats témoins et pré traités en l'huile d' <i>Opuntia ficus indica</i> (25g /kg).....	70
Figure 12 : Taux sérique du cholestérol, du HDL et du LDL chez les deux groupes de rats : le groupe témoin et le groupe dont le régime alimentaire a été supplémenté de l'huile de l' <i>Opuntia ficus indica</i>	71
Figure 13 : Tolérance au glucose (en injection sous cutanée) chez les différents groupes des rats diabétiques traités.....	75

Figure 14 : Volume relatif des cellules beta des pancréas des différents groupes de rats, NC : groupe témoin ; DM : groupe des rats rendus diabétiques à streptozotocine ; OHSt 150 :groupe des rats diabétiques traités à 150 mg/kg d'extrait de cladodes par jour par voie orale; OHSt 250 : les rats diabétiques traités à 250 mg/kg d'extrait de cladodes par jour par voie orale ; OHSt 500 groupe des rats diabétiques traités à 500 mg/kg d'extrait de cladodes par jour par voie orale.....	80
Figure 15 : A : Aspect histologique des ilots de Langerhans du pancréas des différents groupes de rats (colorés à l'hématoxyline et l'éosine), B : Représentation au microscope confocal de l'insuline (tâche verte) et du glucagon (tâche rouge) et de l'ensemble des deux (tâche orange à jaune) dans les essais immunohistochimiques réalisés sur le pancréas des rats traités.....	81
Figure 16 : Fréquence d'utilisation thérapeutique du figuier de barbarie selon le profil de l'informateur en Tunisie	89
Figure 17 : Fréquence d'utilisation thérapeutique du figuier de barbarie selon le profil de l'informateur au Maroc	89
Figure 18 : Répartition des différentes parties utilisées de la plante en Tunisie...	91
Figure 19 : Répartition des différentes parties utilisées de la plante au Maroc. ...	91
Figure 20 : Répartition des différents modes de préparation de la plante en Tunisie.....	92
Figure 21 : Répartition des différents modes de préparation de la plante au Maroc.....	92
Figure 22 : Répartition des différentes voies d'utilisation de la plante en Tunisie	93
Figure 23 : Répartition des différentes voies d'utilisation de la plante au Maroc	93
Figure 24 : Répartition des différentes indications thérapeutiques du figuier de barbarie en Tunisie.....	95
Figure 25 : Répartition des différentes indications thérapeutiques du figuier de barbarie au Maroc	95

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Composition brute du fruit du figuier de barbarie (g /g de matière sèche).....	41
Tableau II : Composition des fibres du fruit du figuier de barbarie (% des fibres totales)	42
Tableau III : Composition des hydrates de carbone du fruit du figuier de barbarie (% de matière sèche).....	42
Tableau IV : Composition minérale du fruit du figuier de barbarie (mg/100 g de matière sèche).....	43
Tableau V : Composition chimique (% MS) des raquettes de cactus	44
Tableau VI : Composition chimique des graines des figues de barbarie	46
Tableau VII : Composition en oses neutres et acides de la graine de la figue de barbarie.....	46
Tableau VIII : Composition en acides gras des huiles des graines des figues de barbarie.....	47
Tableau IX : Composition moyenne (pourcentage en poids par rapport à la masse sèche) de la fleur de la figue de barbarie.....	48
Tableau X : Composition de la fleur en sucres neutres et acides (pourcentage en poids par rapport à la masse sèche).....	48
Tableau XI : Composition des raquettes du figuier de barbarie cultivé en Tunisie	49

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : ETHNOPHARMACOLOGIE	4
I. PROBLEMATIQUE.....	5
II. LA NATURE, UNE VERITABLE OFFICINE.....	5
II .1. Une quête ancestrale :	6
II. 2. L'expérience humaine :	9
II. 3. L'expérience animale :	10
III. LA DEMARCHE ETHNOPHARMACOLOGIQUE.....	12
III.1. L'ethnologie et la botanique : fondements de l'ethnobotanique et l'ethnopharmacologie :	13
III.1.1. L'apport des sciences humaines :	13
III.1.2. L'apport de la botanique :	14
III.2. L'ethnopharmacologie : un outil dans la recherche de nouvelles substances actives :	16
III.2.1. Le monde végétal : une source de molécules bioactives :	16
III.2.2. La chimie des plantes :	17
<i>III.2.2.1. Une très grande diversité de structures chimiques</i> :	19
III.2.2.1.1. Les tanins :	19
III.2.2.1.2. Les alcaloïdes :	21
III.2. 3. Conservation des biodiversités biologiques et culturelles :	23

DEUXIEME PARTIE : LE FIGUIER DE BARBARIE	25
I. HISTORIQUE ET ORIGINE	26
II. TAXONOMIE DU FIGUIER DE BARBARIE	27
III. EXIGENCES ECOLOGIQUES DU FIGUIER DE BARBARIE	29
III.1. Facteurs édapho-climatiques :	29
III.2. Facteurs biotiques :	29
IV. CULTURE DU FIGUIER DE BARBARIE.....	30
V. IMPORTANCE DES PLANTATIONS EN TUNISIE ET AU MAROC .	31
VI. IMPORTANCE ET UTILISATIONS AGRO-ECONOMIQUE DU FIGUIER DE BARBARIE.....	34
VI.1. Utilisation du fruit :	34
VI.1.1 Production du jus et autres produits :	34
VI.1.2. Colorant alimentaire :	35
VI.2. Utilisation des raquettes :	36
VI.2.1. Utilisations culinaires :	36
VI.2.2. Source de mucilage :	36
VI.2.3. Colorant :	37
VII. UTILISATION DU FIGUIER DE BARBARIE EN COSMETIQUE	37
VIII. BIOLOGIE DU FIGUIER DE BARBARIE.....	38
IX.COMPOSITION CHIMIQUE DE LA PLANTE CULTIVEE EN TUNISIE ET AU MAROC.....	41
IX.1. Composition chimique du figuier de barbarie cultivé au Maroc :.....	41
IX.1.1. Composition chimique du fruit :	41

IX.1.2. Composition chimique des raquettes:.....	43
IX.1.3. Composition chimique de la graine :.....	45
IX.1.4. Composition chimique des fleurs du figuier de barbarie :.....	48
IX.2. Composition chimique du figuier de barbarie cultivé en Tunisie :.....	49
TROISIEME PARTIE : POTENTIALITES THERAPEUTIQUES DU FIGUIER DE BARBARIE :	50
A. POTENTIALITES THERAPEUTIQUES D' <i>OPUNTIA FICUS INDICA</i>	51
I. ACTIVITE ANTI-OXYDANTE.....	51
I.1. Définition de l'activité anti-oxydante :.....	51
I.2. Activité anti-oxydante de l'extrait de jus de fruit du figuier de barbarie :.....	52
I.3. Activité anti-oxydante de la figue de barbarie :.....	53
I.4. Activité anti-oxydante de l'huile de figuier de barbarie :	55
II. ACTION NEUROPROTECTRICE	56
III. ACTIVITE ANTI-INFLAMMATOIRE.....	59
IV. ACTIVITE ANTI ULCEREUSE	59
V. ACTIVITE ANTI ALLERGIQUE	61
VI. EFFET CHONDROPROTECTEUR.....	63
VII. ACTIVITE ANTIGENOTOXIQUE	64
VIII. ACTIVITE DIURETIQUE	65
IX. ACTIVITE HEPATO PROTECTRICE CONTRE LES PESTICIDES ORGANOPHOSPHORES	68

X. ACTION DIETETIQUE	69
B. POTENTIALITES THERAPEUTIQUES DES AUTRES VARIETES D'OPUNTIA A TITRE COMPARATIF	73
I. ACTIVITE ANTIDIABETIQUE DE L'OPUNTIA FULIGINOSA:.....	73
II. ACTIVITE ANTIDIABETIQUE DE L'OPUNTIA MONACANTHA	77
III. ACTIVITE ANTIDIABETIQUE D'OPUNTIA DILLENII.....	78
IV. ACTIVITE ANTIDIABETIQUE DE L'OPUNTIA HUMIFUSA	79
V. ACTIVITE IMMUNOMODULATRICE DE L'OPUNTIA POLYACANTHA	82
MATERIELS ET METHODES	83
RESULTATS	83
DISCUSSION.....	83
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	83
ANNEXES	
RESUMES	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	



Depuis les temps les plus reculés, l'Homme a utilisé les plantes pour se soigner. Les connaissances empiriques accumulées ont permis aux différentes civilisations de prendre les plantes comme source essentielle de médicaments. Jusqu'au début du XX^{ème} siècle, presque tous les médicaments étaient d'origine végétale.

Dans le cadre de la recherche de molécules nouvelles d'origine végétale à activités biologiques, on a souvent recours à la recherche des connaissances ancestrales des populations transmises de génération en génération. L'ethnopharmacologie reste la science idéale pour découvrir de nouvelles espèces et de nouvelles substances biologiquement actives, mal connues et peu employés jusqu'alors, pour en développer l'utilisation.

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation des potentialités thérapeutiques du figuier de barbarie largement présent dans le paysage rural Marocain et Tunisien.

A l'heure actuelle, le figuier de barbarie longtemps délaissé, présente le sujet de plusieurs recherches scientifiques dans le monde entier. A part son huile qui est jusqu'à maintenant l'huile la plus cher au monde, le figuier de barbarie semble posséder plusieurs propriétés pharmacologiques qui sont toujours en court d'exploitation et d'étude.

Ainsi l'objectif de ce travail est de :

- ✧ Discerner les vertus thérapeutiques des différentes parties de la plante.
- ✧ Rapporter et comparer les résultats d'une enquête ethnopharmacologique concernant les utilisations thérapeutiques des différentes parties de *l'Opuntia ficus indica* au Maroc et en Tunisie.
- ✧ Comparer la même espèce dans les deux pays dans ses aspects phytochimiques et pharmacologique.



Première partie

Ethnopharmacologie

I. PROBLEMATIQUE

Au niveau mondial, les réponses aux problèmes de santé publique restent limitées dès que l'on sort du domaine restreint des seuls pays développés. Il est un fait qu'actuellement, les pays les plus touchés sont les plus pauvres et qu'ils ne peuvent pas bénéficier des avancées considérables de la médecine occidentale pour diverses raisons, principalement financières.

Comment lutter contre les maladies qui touchent les plus démunis ? Comment effectuer des recherches à coût et délai réduits, pertinentes et dont le développement serait accessible à la population ? A ces questions, l'ethnopharmacologie apporte une réponse originale.

II. LA NATURE, UNE VERITABLE OFFICINE

La fabrication des produits pharmaceutiques repose encore en grande partie sur les ressources naturelles. A la fin du XXe siècle, les substances naturelles, dont les plantes constituent encore la source principale, représentaient près de 60% des médicaments dont nous disposons, les 40% restant étant des médicaments de synthèse souvent nés de la modification chimique des molécules ou de partie de molécules naturelles. Une étude menée sur les 150 principales spécialités pharmaceutiques montre que les produits naturels ou leurs dérivés constituent pour 100% des spécialités utilisées en dermatologie, gynécologie ou hématologie, pour 76% des traitements contre les allergies, les problèmes pulmonaires et les affections respiratoires, pour 76% des remèdes contre les infections et pour 75% des principes actifs employés en médecine générale ou comme analgésiques [1].

Ces chiffres sont d'autant plus frappants qu'ils portent sur la médecine conventionnelle. Or notre consommation de produits naturels augmente aussi grâce à l'engouement pour les traitements « alternatifs » ou « complémentaires », utilisant pour la plupart des préparations à base de plantes.

II .1. Une quête ancestrale :

La quête de nouvelles molécules à visée thérapeutique qui pousse les scientifiques du monde entier à explorer notre environnement remonte à la nuit des temps. Il semble même que cette quête soit antérieure à l'apparition de l'*Homo sapiens*, car on a découvert en Irak un squelette néanderthalien enseveli au milieu d'un cercle composé de 7 espèces de plantes médicinales. De même, Otzi, l'étrange momie découverte dans les Alpes et dont la mort est estimée à 3300 ans avant J.-C., portait autour du cou un collier de champignons séchés, *Piptoporus betulinus*, doués de propriétés laxatives puissantes. Or cet homme souffrait de trichinose, parasitose chronique due à un vers dont les formes adultes infectent l'intestin grêle. On peut penser qu'il utilisait *Piptoporus betulinus* pour se soigner [2].

L'homme de l'antiquité procédait aussi déjà à de longues expérimentations sur les substances naturelles et mentionne de nombreux composés aux vertus curatives, preuve qu'il existait déjà à l'époque les fondements d'une véritable médecine scientifique et des pharmacopées très élaborées. Ces documents écrits représentent l'aboutissement des traditions thérapeutiques déjà fort élaborées et qui ont du se mettre en place antérieurement, sans doute d'abord par transmission orale, ce qui pose la question de l'origine des savoirs.

Les documents mésopotamiens, rédigés entre le III^e et le I^{er} millénaire avant notre ère sur des tablettes d'argile sont particulièrement riches en informations thérapeutiques. De même, les documents égyptiens et babyloniens listent un grand nombre de plantes, plus de 300, utilisées en thérapeutique, parmi lesquelles on trouve l'aloès, le chanvre, la jusquiame, le pavot ou encore le ricin. De plus elles étaient employées sous des formes pharmaceutiques qui sont toujours d'actualité (pilules, pommades, lotions, suppositoires...) [2].

En Chine, c'est à l'empereur mythique Shen Nong que revient le mérite d'avoir testé au troisième millénaire avant J.-C., l'effet de certaines plantes sur lui-même. Mais le premier traité écrit de prescriptions, le Shen Nong Bencao Ging qui porte son nom, ne fut rédigé que sous la dynastie de Han (I^{er}-II^e siècle après J.-C.), par Tao Hondjing [3]. Sa version originale comportait 365 drogues dont 252 d'origine végétale, 67 animale et 46 minérale, et constamment mise à jour, elle comportait en 1590 plus de 1000 plantes médicinales [4].

Les médecines orientales ont été transmises aussi à travers de très nombreux écrits et parmi ces textes les Bencao chinois (littéralement « herbes fondamentales » ou « matières médicales ») qui contiennent des centaines de rubriques concernant les substances naturelles utilisées à des fins thérapeutiques. Elles ont une histoire documentée d'environ 2000 ans. On y trouve des plantes aussi importantes que l'armoise, le datura, l'ergot de seigle ou le pavot, toujours présentes dans la pharmacopée contemporaine, mais aussi des épices comme la cannelle ou le poivre, sans oublier l'incontournable ginseng [3].

L'usage de ces préparations est très souvent explicité conformément à l'antique théorie des signatures. Selon cette conception thérapeutique, les plantes, par leurs formes, leurs couleurs ou d'autres caractères, signent la nature des organes qu'elles sont aptes à soigner. En effet, pour Dioscoride² (I^{er} siècle

après. J.-C.), puis Paracelse³ (Renaissance, XVI^e siècle) qui donna à cette théorie une grande notoriété, Dieu, « regrettant d'avoir créé les maladies », donna à l'Homme des remèdes qu'il avait placés dans les végétaux. Pour les identifier, l'homme devait alors observer leur morphologie, car elle renfermait l'indice de leur utilisation. Ainsi, la pulmonaire, dont les feuilles allongées tachées de blanc rappelaient les lobes des poumons, était donc toute indiquée dans les affections respiratoires ou encore le colchique, avec son bulbe en forme de gros orteil, ne pouvait être destiné qu'au traitement de la goutte. C'était là un raisonnement quelque peu simpliste, qui affirme que les semblables soignent les semblables, et qui reste une des théories fondamentales de l'homéopathie moderne. Parfois ces usages se sont révélés effectifs : c'est le cas du colchique, excellent médicament pour la goutte [2].

La théorie des signatures ou théorie des semblables s'oppose à celle des humeurs ou théorie des contraires soutenue par Hippocrate (Ve siècle avant J.-C.) et Galien (II^e siècle après J.-C.), pères de la médecine et de la pharmacie en Occident. Dans cette théorie, la physiologie humaine repose sur les 4 éléments (air, terre, feu, eau) correspondant à 4 qualités élémentaires (chaud, froid, sec et humide) qui influent sur 4 humeurs (sang, bile, lymphe, atrabile), classant alors l'être humain selon 4 tempéraments : les sanguins (chaleureux et aimables), les flegmatiques, les mélancoliques et les colériques. La santé est l'équilibre parfait de ces 4 humeurs, la maladie est la rupture de cet équilibre, que le traitement doit rétablir. On soigne alors par les contraires, une maladie chaude étant traitée par une plante froide [2].

Avicenne rédigea au Xe siècle le Canon de la Médecine, dans lequel il proposa une synthèse entre traditions médicales d'Orient et d'Occident. Il apporta de nombreux éléments nouveaux, allant jusqu'à prévoir l'existence des micro-organismes, qui ne se confirma que huit siècles plus tard [2].

Au Moyen-Age, les connaissances des propriétés médicinales des plantes étaient détenues dans les monastères, l'application des savoirs se faisant dans des jardins médicaux organisés selon un plan strict avec la culture de 24 plantes essentielles. Ces savoirs se sont développés à l'ère des alchimistes qui, en contact avec le monde arabe, ont introduit la notion de « quintessence » avec la distillation d'huiles essentielles et ont remarqué le pouvoir qu'avait l'alcool d'augmenter les propriétés médicinales des plantes. Puis la pharmacopée s'est considérablement enrichie avec la découverte des Indes orientales à la fin du XVe siècle. Le XIXe siècle fut l'époque des découvertes majeures avec l'isolement des substances pures (alcaloïdes) et les débuts des études pharmacologiques (effet/dose), pour arriver à notre époque, avec les notions beaucoup plus fines d'interaction ligand-récepteur et d'efficacité clinique.

II. 2. L'expérience humaine :

Le monde occidental a tendance à juger les pratiques médicales des civilisations anciennes comme primitives, ce qu'elles étaient souvent. Pourtant nous ne devrions pas les rejeter d'emblée car elles témoignent d'une certaine avance dans l'usage des composés naturels.

La myrrhe, résine d'un arbre rare, représentait un bien extrêmement précieux dans l'Antiquité car elle constituait le principal antibiotique. Bien que longtemps considérée par certains historiens comme un simple parfum, la myrrhe était utilisée chez les Egyptiens, les Grecs, les Romains et les Perses pour panser les plaies. C'est même l'antiseptique le plus fréquemment mentionné dans les traités d'Hippocrate. L'encens, résine d'un arbre proche de l'arbre à myrrhe, présente des propriétés similaires [2].

A l'époque des grandes découvertes, les expéditions étaient en contre partie motivées par la recherche de nouveaux remèdes : les épices si chères à Christophe Colomb étaient, de son temps, presque autant appréciées pour leurs vertus thérapeutiques que pour leur intérêt culinaire. Au Pérou, des chercheurs ont recueilli la sève d'un arbre que les indiens Jivaros employaient pour cicatriser rapidement les blessures [1]. Le composé actif contenu dans la sève, la taspine, est en cours d'expérimentation [5,6]. De même en Bolivie, Alain Fournet, ethno pharmacologue, recherchait des remèdes contre la leishmaniose cutanée. Introduit par les indiens chimanes, il examina l'écorce de l'arbuste « Eventa » dont les indiens faisaient des cataplasmes sur les plaies dues à la leishmaniose. Avec les pharmacologues d'Angers et de Châtenay- Malabry, il a alors isolé une famille de molécules, baptisées les chimanines, extrêmement actives contre cette maladie tropicale [7,8].

II. 3. L'expérience animale :

Parfois ce sont les animaux eux-mêmes qui conduisent les scientifiques sur la piste de molécules dignes d'intérêt. Si le concept de médicament demeure l'apanage de l'espèce humaine, certaines observations du comportement animal restent troublantes. Il est maintenant clairement établi que les chimpanzés et les gorilles utilisent les végétaux à des fins thérapeutiques. Des observations

récentes montrent que de nombreux autres animaux, tels que les chiens, les coatis, les éléphants et les lémurs, font également usage de plantes médicinales. Certains ont tenté de définir ce qui nous distingue des autres membres du règne animal par le fait que notre espèce se sert de remèdes pour se soigner. Sans doute serait-il plus exact de nous définir comme une espèce qui parcourt le monde à la recherche de nouveaux remèdes.

Une légende des indiens Navajos raconte comment les ours ont appris aux hommes à utiliser une Apiaceae, le *ligusticum*, pour se soigner. Inspirés par ce mythe, des chercheurs ont étudié les ours kodiac en train de mâcher les racines de *Ligusticum*, et d'enduire leur fourrure et leurs pieds de ce mélange poisseux. Des analyses chimiques sur un extrait de cette plante ont révélé la présence de coumarines. Or cette famille de molécules thérapeutiques est justement préconisée chez l'homme dans le traitement des maladies de peau, du cœur et des attaques cérébrales.

L'anthropologue Richard Wrangham a suivi de près le comportement alimentaire des chimpanzés de Tanzanie. Ces primates parcourent de longues distances pour dénicher des feuilles d'*Aspilia mossambicensis* (Asteraceae) et s'en rassasier. Intrigué par ce régime inhabituel, le chercheur a fait analyser les composés présents dans la plante. La substance chimique présente, la thiarubrine A, possède des propriétés vermifuges et antiparasitaires [9]. La même observation a été faite par Sabrina Krief en Ouganda, où les chimpanzés parasités consommaient occasionnellement des feuilles de *Trichilia rubescens* (Meliaceae), et qui a en isolé des composés antipaludiques, les trichirubines A et B [10].

III. LA DEMARCHE ETHNOPHARMACOLOGIQUE

L'ethnopharmacologie se définit comme « l'étude scientifique interdisciplinaire de l'ensemble des matières d'origine végétale, animale ou minérale et des savoirs ou des pratiques s'y rattachant, que les cultures vernaculaires mettent en œuvre pour modifier les états des organismes vivants à des fins thérapeutiques, curatives, préventives ou diagnostiques ».

La démarche ethnopharmacologique s'intéresse aux connaissances des populations concernant la recherche, la préparation et l'utilisation de remèdes médicinaux traditionnels.

Elle peut nécessiter, dans ces premières étapes, l'intervention de l'ethnobotanique car elle partage avec cette discipline l'étude des interrelations des hommes avec leur environnement et plus particulièrement avec les plantes médicinales. Ces deux disciplines nécessitent l'apport indéniable de l'ethnologie et de la botanique.

Les termes d'ethnobotanique et d'ethnopharmacologie ont été définis au cours du siècle dernier. L'ethnobotanique proprement dite est baptisée et définie par le botaniste américain John W. Harshberger en 1896. Cependant, l'observation des utilisations des matières végétales dans les médecines autochtones n'est pas un phénomène récent.

Le monde végétal recèle une source importante de molécules biologiquement actives et la chimie pharmaceutique s'inspire de ces modèles dans ses conceptions. L'un des objectifs de l'ethnopharmacologie est de découvrir de nouvelles substances au travers des utilisations traditionnelles. Les plantes médicinales restent surtout le seul moyen de se soigner pour une grande partie de la population mondiale qui n'a toujours pas accès à la médecine occidentale.

Ainsi, l'ethnobotanique et l'ethnopharmacologie sont essentielles pour conserver une trace écrite au sein des pharmacopées des médecines traditionnelles dont la transmission est basée sur la tradition orale [11].

III.1. L'ethnologie et la botanique: fondements de l'ethnobotanique et l'ethnopharmacologique :

L'ethnobotanique et l'ethnopharmacologie recouvrent le champ des interrelations entre le monde végétal, le monde des remèdes, et celui des cultures et s'inspirent de l'ethnologie dans leurs méthodes [12].

L'ethnobotanique partage avec l'ethnopharmacologique l'étude des relations des sociétés humaines avec les plantes médicinales, mais s'intéresse de façon plus large à toute utilisation des plantes par les hommes (médicinale, alimentaire, agricole, artisanale, symbolique...).

La démarche ethnopharmacologique repose sur différentes étapes dont la première est le recensement des usages thérapeutiques traditionnels des espèces dans une population donnée et leur identification scientifique [11].

III.1.1. L'apport des sciences humaines :

Les recherches dans les domaines de l'ethnopharmacologie, s'articulent entre des phrases de terrain et de laboratoire. L'étape de terrain concernant le recensement des usages de remèdes médicinaux traditionnels se déroule au moyen d'enquêtes auprès des populations. Les interlocuteurs peuvent être des herboristes, des phytothérapeutes, des simples consommateurs ou même des mères de famille et les grandes mères. L'étape suivante est le rassemblement des informations scientifiques concernant les végétaux.

Pour ne pas recueillir d'informations erronées, il est important de prendre certaines précautions avant d'entreprendre les enquêtes :

- ✧ Respect des populations enquêtées : il faut posséder une certaine éthique, en d'autres termes respecter les connaissances, les croyances et les interdits des interlocuteurs. Il faut qu'un échange réciproque s'établisse entre l'enquêteur et l'enquêté.
- ✧ Neutralité : lorsque nous réalisons la collecte des données concernant les savoirs liés à l'utilisation des plantes médicinales, il n'est pas si évident de se détacher de nos conceptions culturelles. Il faut ainsi rester humble par rapport à ses connaissances, observer sans juger.
- ✧ Compréhension et respect du système de pensée locale.

III.1.2. L'apport de la botanique :

La botanique est également une étape incontournable dans la démarche ethnopharmacologique. Elle est le système de référence. Elle est le lien entre les deux cultures. Elle permet d'asseoir scientifiquement les recherches qui découlent des enquêtes ethnobotaniques. Sans une identification rigoureuse des végétaux étudiés, toute recherche future qui voudra être appliquée ne pourra pas être validée scientifiquement.

La reconnaissance botanique des plantes médicinales passe premièrement par les critères de la plante comme le type de la plante, sa morphologie florale, le taille et le forme du fruit...) qui vont permettre de reconnaître à quelle famille, quel genre, éventuellement à quelle espèce appartient la plante [13].

Intervient ensuite l'étape de recherche, elle permet de regrouper un maximum d'informations sur les savoirs recueillis et de faire le point sur les connaissances scientifiques actuelles pour les espèces rencontrées. Elle consiste en une recherche bibliographique sur les plantes. Des compléments d'informations peuvent être recherchés éventuellement au cours d'études complémentaires plus expérimentales (chimie, pharmacologie, toxicologie...).

L'étape finale de l'ethnopharmacologie est le retour aux populations des informations de terrain validées scientifiquement. Ainsi le but de la recherche ethnopharmacologique est de transmettre la synthèse effectuée sur les plantes sélectionnées en l'inscrivant dans un projet d'éducation à la santé afin de permettre une bonne diffusion des connaissances et un meilleur usage des remèdes traditionnels.

III.2. L'ethnopharmacologie : un outil dans la recherche de nouvelles substances actives :

III.2.1. Le monde végétal : une source de molécules bioactives :

L'ethnopharmacologie peut permettre la découverte de nouvelles substances actives pour l'industrie pharmaceutique. Des principes actifs très employés à l'heure actuelle dans la médecine occidentale sont issus des savoirs populaires et traditionnels : des anticancéreux (vincristine, vinblastine), des antalgiques (morphine, aspirine), des antipaludéens (quinine, artémisinine), des psychotropes (réserpine, mescaline) ou encore des toniques et stimulants cardiaques (digitaline, quinidine).

La découverte de ces substances repose sur la constatation de l'efficacité de certaines plantes issues des différentes pharmacopées (européennes, indiennes ou chinoises), mais aussi et surtout à partir des observations réalisées sur l'utilisation de plantes au sein des médecines traditionnelles.

Les produits naturels issus des végétaux supérieurs peuvent contribuer à la recherche de nouveaux médicaments selon trois grandes voies :

- ✧ Ils peuvent être utilisés tels quels en tant que principes actifs (exemple de la vincristine).
- ✧ Ils peuvent servir de chefs de file pour synthétiser des molécules plus complexes avec une meilleure sélectivité d'action par la chimie pharmaceutique (exemple de diosgénine et de la synthèse des contraceptifs oraux).

- ✧ Ils peuvent permettre de découvrir de nouveaux modes d'action pharmacologique qui conduisent à la synthèse complète de nouveaux analogues (comme les analogues synthétiques de la réserpine).

C'est dans le réservoir de la biodiversité végétale et animale que l'on trouvera des traitements de demain.

III.2.2. La chimie des plantes :

On distingue chez les plantes les métabolites primaires des métabolites secondaires. Les métabolites primaires sont les molécules indispensables à la vie et commune à toutes les espèces : glucides, lipides, protéines, vitamines. Ce sont les précurseurs de tous les composés organiques (métabolites secondaires). Les métabolites secondaires sont différents selon les espèces. Leurs rôles sont encore mal connus, mais il est clair qu'ils interviennent de manière interactive dans les relations entre la plante et son environnement : molécules servant à la défense contre des prédateurs ou des agents pathogènes, à la prédation, à l'adaptation de la plante à son environnement (ex : les molécules piégeant les métaux lourds pour que la plante puisse pousser sur un terrain minier), à la communication, etc. Ils sont les éléments essentiels de la coévolution des êtres vivants ce qui explique leur très grande diversité et leur intérêt particulier pour la recherche de nouveaux médicaments. On considère que de nos jours, moins de 10 % des espèces de végétaux supérieurs ont été explorés pour leurs propriétés chimiques et biologiques : il y a donc encore beaucoup de découvertes en perspective.

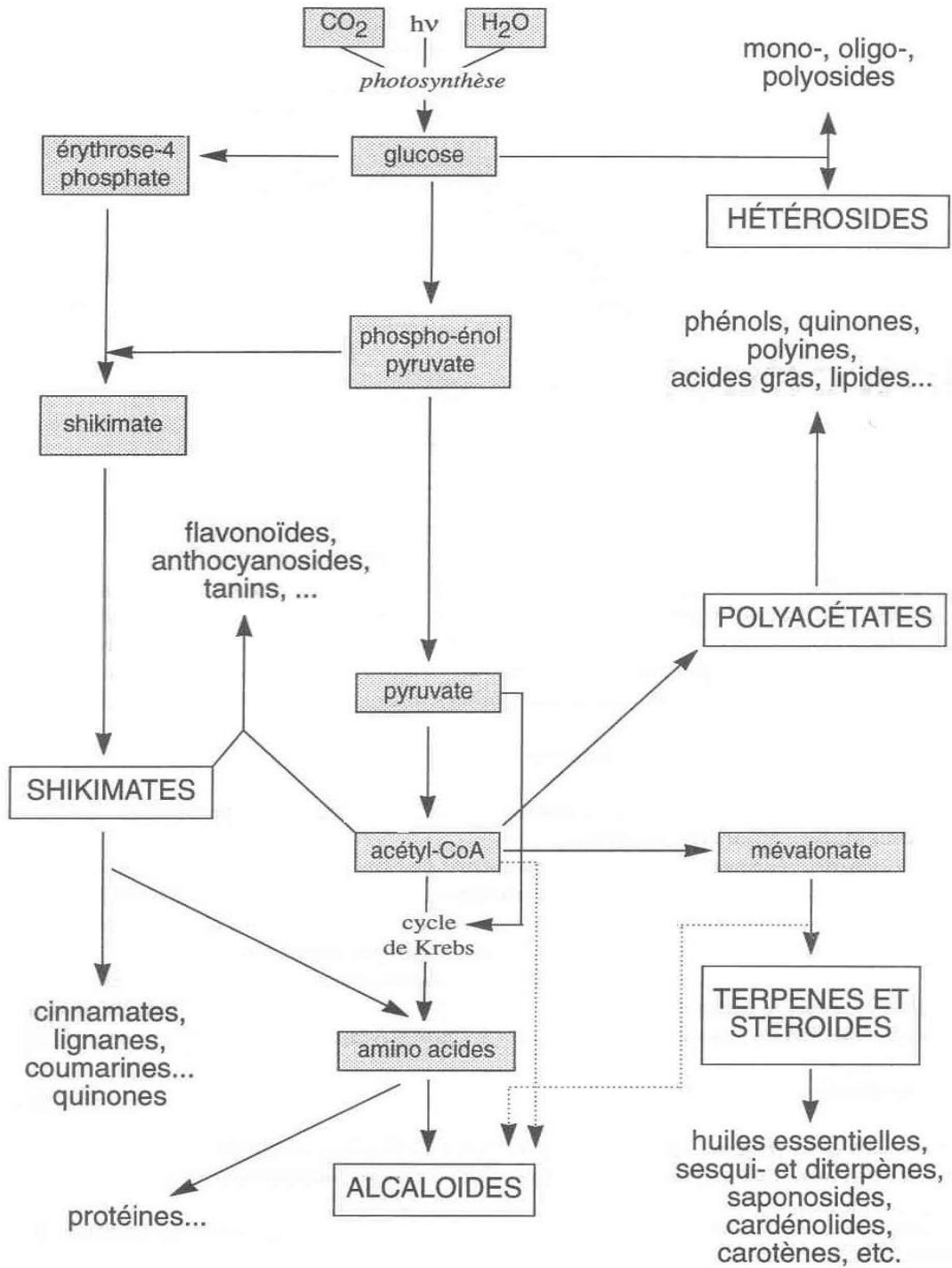


Figure 1 : Biosynthèse des métabolites secondaires [14]

III.2.2.1. Une très grande diversité de structures chimiques :

A partir de l'acétyl-CoA, différentes voies de biosynthèse des métabolites secondaires aboutissent à des structures chimiques très diverses. Par la voie des shikimates, sont produits les coumarines, les quinones, les flavonoïdes, ou encore les tanins ; par la voie des polyacétates, les acides gras et les quinones sont obtenus ; par la voie du mévalonate, ce sont tous les terpènes et les stéroïdes qui sont synthétisés, comme les huiles essentielles, les carotènes, les saponosides ou encore les cardénolides (figure 1). A partir des acides aminés obtenus soit par le cycle de Krebs, soit par la voie des shikimates pour les acides aminés aromatiques, dérivent aussi les alcaloïdes. Chacun de ces groupes présente une très grande diversité de composés aux structures et activités biologiques très différentes [14].

III.2.2.1.1. Les tanins :

Les tanins représentent un groupe de métabolites secondaires largement distribué dans le monde végétal. Historiquement les tanins végétaux sont utilisés depuis des millénaires pour le tannage, c'est-à-dire la transformation de la peau fraîche en cuir (aujourd'hui, il s'effectue principalement à l'aide de composés minéraux). La propriété tannante résulte de la formation de liaisons des tanins au collagène de la peau. De la même manière, les tanins se combinent à des macromolécules comme la cellulose, les protéines, les pectines et les précipitent. Il s'agit d'interactions hydrophobes et de liaisons hydrogène entre les groupements phénoliques des tanins et les autres polymères. En fait, la complexation des polyphénols est certainement une propriété intervenant dans les réactions de défense des plantes face aux pathogènes. Sous l'action de

peroxydases ou d'oxydases, beaucoup de phénols sont facilement oxydés en quinones très réactives. Les quinones peuvent également se polymériser et former des liaisons covalentes avec les protéines, ce qui conduit à une complexation irréversible [14].

On distingue différentes classes de tanins :

- ✧ les tanins hydrolysables : ce sont des hétérosides polyphénoliques issus de la combinaison d'un sucre estérifié par un nombre variable de molécules d'acides phénoliques (acide gallique, acide hexahydroxydiphénique et ses dérivés). Ces tanins ont une forte affinité pour la peau du fait de leur capacité à se combiner aux macromolécules comme les fibres de collagène.
- ✧ Les tanins condensés : encore appelés proanthocyanidols (car ils conduisent en milieu acide et à chaud à des anthocyanidols), ce sont les tanins catéchiques, oligomères et polymères d'aglycones polyphénols flavaniques (unités flavan-3-ols), non hydrolysables et de couleur rouge foncé [14].

Leur aptitude à former des complexes réversibles ou non, avec des macromolécules, explique à la fois leurs propriétés biologiques et les problèmes qu'ils peuvent poser. Cette combinaison explique leur propriété astringente (âpreté) : ils précipitent les glycoprotéines de la salive. Ils ont une activité anti-oxydante reconnue : il est bien connu qu'une consommation modérée et régulière de vin rouge a un effet préventif à l'égard des maladies cardiovasculaires [15]. Leurs applications thérapeutiques sont nombreuses (vasoconstricteur, hémostatique, anti diarrhéique, antiseptique). Ils sont

responsables d'une inhibition non spécifique de nombreuses enzymes qui pose des problèmes notamment dans l'industrie agro-alimentaire (trouble dans les bières, diminution du degré nutritionnel des plantes fourragères par inhibition de la trypsine, formation des acides humiques...) [14].

III.2.2.1.2. Les alcaloïdes :

Le terme d'alcaloïde (de l'arabe al kaly, la soude et du grec eidos, l'aspect) a été introduit par W. Meisner au début du XIXe siècle pour désigner des substances naturelles réagissant comme des bases, comme des « alcalis ». Il n'existe pas de définition simple et précise des alcaloïdes et il est parfois difficile de situer les frontières qui séparent les alcaloïdes des autres métabolites azotés naturels. Initialement définis comme des substances azotées, basiques, d'origine naturelle et de distribution restreinte, les alcaloïdes ont une structure complexe. Leur atome d'azote est inclus dans système hétérocyclique et ils possèdent une activité pharmacologique significative. Ils existent à l'état de sels et ils sont formés à partir d'un acide aminé. Ces éléments caractérisent ce qu'on appelle les alcaloïdes vrais, que l'on distingue souvent des proto-alcaloïdes et des pseudo-alcaloïdes, mais les limites sont parfois subtiles.

Les alcaloïdes si nombreux sont rassemblés dans des grands groupes selon leur système hétérocyclique, formé à partir d'un ou plusieurs acides aminés. Ainsi l'acide nicotinique donne les alcaloïdes de type pyridine, l'ornithine est le précurseur des alcaloïdes pyrrolidiniques, pyrrolizidiniques et tropaniques, la lysine des alcaloïdes de type indolizidine et quinolizidine, l'acide anthranilique des alcaloïdes de type quinoléine, quinazoline, benzoxazine, le tryptophane les alcaloïdes de type indole et imidazole et la phénylalanine et la tyrosine des isoquinoléines [14].

Si la notion d'alcaloïde est assez récente, la connaissance de la toxicité et des propriétés des plantes et des drogues à alcaloïdes est très ancienne : opium, coca, aconit, belladone, colchique aussi bien que quinquina, ipéca ou curares sont employés depuis plusieurs siècles voire pour certains depuis plusieurs millénaires.

Les alcaloïdes sont exceptionnels chez les bactéries, assez rares chez les champignons, les ptéridophytes, les lycopodes ou les gymnospermes. On les trouve aussi chez des animaux. Mais ils sont essentiellement présents chez les végétaux Angiospermes. Certaines familles sont très riches en alcaloïdes (Apocynaceae, Ranunculaceae, Menispermaceae, etc...), parmi lesquelles seulement certains genres contiennent des alcaloïdes et les autres en sont dépourvus, ou plus rare, tous les genres en produisent (Papaveraceae). Certains alcaloïdes existent dans plusieurs genres appartenant à des familles différentes, parfois très éloignées taxonomiquement mais le plus souvent très proches.

D'autres sont caractéristiques d'un nombre limité de genres à l'intérieur d'une famille ou d'un groupe d'espèces à l'intérieur d'un genre ; certains sont étroitement spécifique (morphine).

La teneur en alcaloïdes varie énormément (de quelques ppm à plusieurs grammes). Les plantes à alcaloïdes ne renferment que très rarement un seul alcaloïde, elles peuvent parfois contenir un composé très majoritaire mais le plus souvent elles livrent un mélange complexe, éventuellement dominé par un composé majoritaire. En général tous les alcaloïdes d'une même plante ont une origine biosynthétique commune, même si leurs structures peuvent paraître assez différentes.

Pour une plante donnée, la teneur en alcaloïdes peut être très inégale selon les organes, certains pouvant en être dépourvus. On remarquera des variations qualitatives fréquentes : il n'est pas rare que les différents organes d'une plante renferment des alcaloïdes dissemblables [2].

III.2. 3. Conservation des biodiversités biologiques et culturelles :

La valorisation des connaissances traditionnelles liées à la flore locale passe par une conservation de la biodiversité. D'une part, la situation de nombreuses populations dépend directement de l'écosystème (plantes médicinales, cycle de l'eau, épuration des surfaces...). Les gouvernements, les pouvoirs locaux ainsi que les populations doivent en prendre conscience et œuvrer en faveur de la préservation de la biodiversité.

D'autre part, les menaces de déstructuration pèsent sur les sociétés traditionnelles. La prévention des érosions des savoirs traditionnels est nécessaire.

Ainsi, l'on se trouve au carrefour de deux sciences qui évoluent parallèlement, la biomédecine avec ses hautes technologies qui se développe à un rythme effréné, notamment dans les domaines de la génétique et des biotechnologies, et une autre science plus proche des populations qui évolue et se transmet depuis des siècles à laquelle appartient les médecines populaires et traditionnelles. Aucune de ces sciences n'est à exclure. Elles doivent être prises en considération toutes les deux, sans juger ni prendre parti, elles sont amenées à collaborer pour le bien être des populations [16].

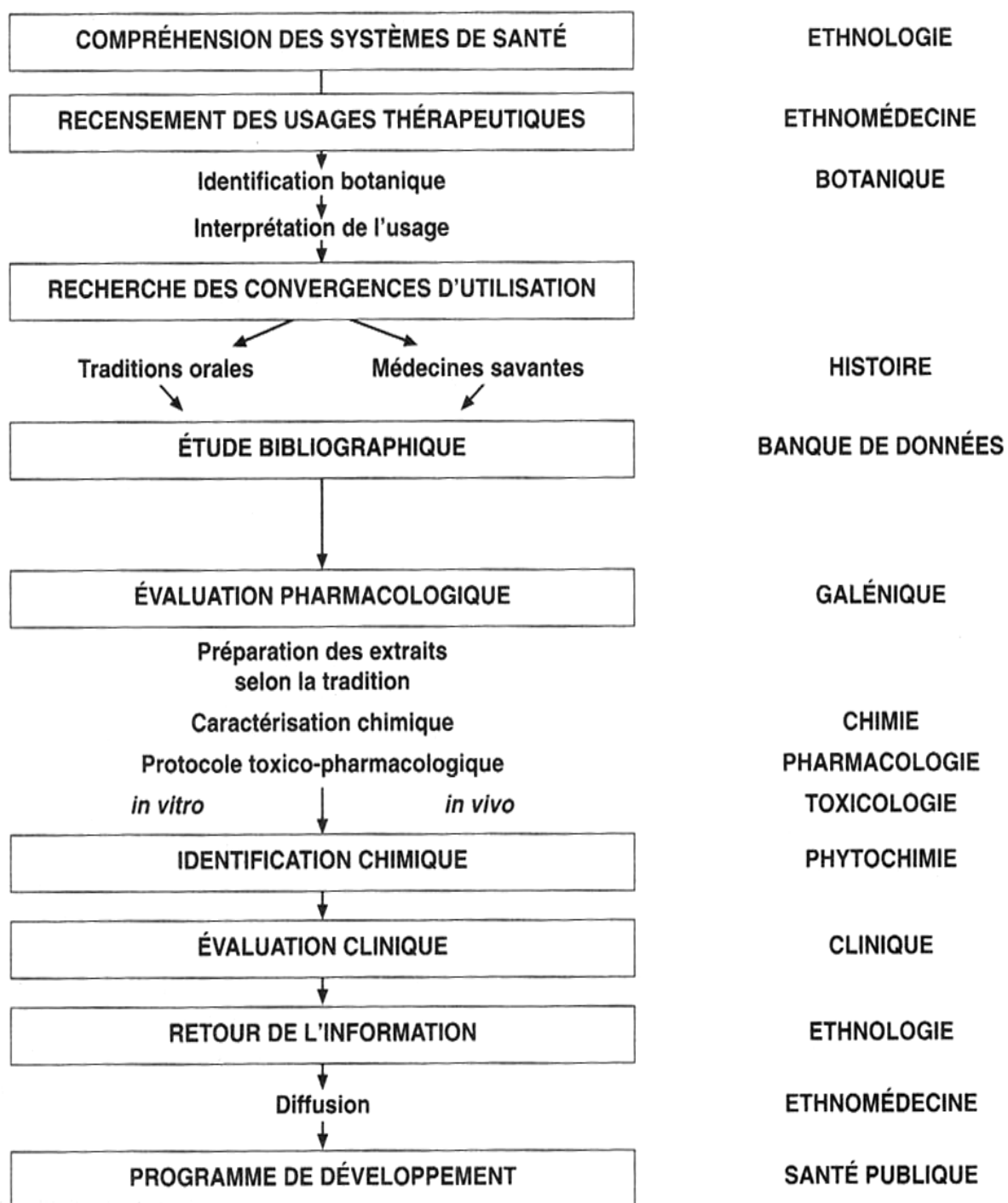


Figure 2 : Méthode ethnopharmacologique [16]



Deuxième partie

Le figuier de barbarie

I. HISTORIQUE ET ORIGINE

L'espèce de figuier de barbarie est originaire du Mexique. Il était inconnu en Europe avant les voyages de Christophe Colomb et fut décrit de façon précise pour la première fois en 1535 par l'Espagnol Gonçalo Hernández de Oviedo y Valdés dans son « Histoire des Indes Occidentales ».

Endémique au Mexique, le figuier de barbarie a été introduit en Europe vers 1552 par les Espagnols.

A l'aube du seizième siècle, la plante s'est répandue dans le bassin méditerranéen suite aux expansions espagnoles et aussi par le retour des arabes à leur pays dans le nord africain suite à leur expulsion par Philippe III en 1610. Les expulsés appelés « morisqués » ont ramené avec eux des raquettes qu'ils ont plantées autour de leurs villages.

La plantation du figuier de barbarie a été considérablement étendue dans la région du sud de l'Afrique (1772), l'Inde (1780), les Philippines (1695), la Chine (1700) et l'Indochine (1790) [17, 18, 19].

En Tunisie, l'*Opuntia ficus indica* est connu sous le nom de « hendi », au Maroc le figuier de barbarie possède plusieurs noms vernaculaires : « hindia », « zaâboul », et « aknari ».

Dans les deux pays, le figuier de barbarie est utilisé pour ses fruits comestibles et le fourrage de ses raquettes en particulier pendant les périodes de sécheresse. Il est utilisé également pour lutter contre l'érosion hydrique et éolienne, ainsi que pour la protection et la mise en valeur des sols dans les régions arides et semi arides.

Récemment, dans certains pays comme le Mexique, l'Italie et l'Afrique du Sud, la figue de Barbarie est cultivée sur des surfaces considérables à des fins industrielles, alimentaires, médicales et aussi cosmétiques [20].

Au Mexique, sa culture s'étend sur une surface de 300.000 ha, au Maroc, la surface de la culture de la figue de Barbarie est d'environ 120.000 ha, en Tunisie, la superficie totale est de 550.000 ha [21, 22, 23].

II. TAXONOMIE DU FIGUIER DE BARBARIE

La taxonomie des opuntias est très difficile pour différentes raisons :

- ✧ Leurs phénotypes varient largement selon les conditions écologiques.
- ✧ La polyploïdie existe chez de nombreuses populations qui se produisent végétativement et sexuellement.
- ✧ L'existence de nombreux hybrides.

Il a été constaté que dans les populations sauvages des *opuntias*, les plants localisés au milieu de la population présentent une faible variabilité phénotypique alors que les plants situés aux périphéries présentent une variabilité très élevée. Ce phénomène est lié probablement à la possibilité d'interchange génétique avec d'autres espèces ou variétés existantes autour des plantations d'*Opuntia* [24].

Les cactacées sont des angiospermes dicotylédones dialypétales de l'ordre des caryophyllales. Elles font partie des plantes xérophytes et succulentes. Les xérophytes sont des plantes qui ont réussi à développer une aptitude à se contenter de peu d'eau et qui peuvent donc survivre à de très longues périodes

de sécheresse, telles que celles que l'on rencontre dans les régions arides et pré-désertiques. Ces adaptations se présentent sous diverses formes morphologiques et physiologiques. Comme par exemple, la faculté d'emmagasiner l'eau dans les tissus végétatifs qui prennent un aspect spongieux. Ce phénomène est appelé « succulence » (succus= sève) [25].

Les cactacées présentent une taxonomie très variée. On compte environ 2260 taxa acceptés qui sont répartis comme suit :

- ✧ 1306 espèces,
- ✧ 301 sous espèces hétéro typiques acceptées,
- ✧ 582 espèces et hybrides,
- ✧ 71 sous espèces hétéro typiques acceptées provisoirement.

En se basant sur la morphologie végétative et florale, quatre sous-familles principales ont été décrites dans la famille des cactacées : Pereskiodées, Cactoidées, Opuntioïdées et Maihuenioïdées. *Opuntia* est un des principaux genres identifiés des Opuntioïdées, qui inclut plus de 181 espèces et dix hybrides naturels. Ces espèces sont regroupées dans 29 séries définies par leur structure morphologique (tiges, feuilles, épidermes, aréoles, épines, fleurs et fruits).

La série 20 de cette classification est celle d'*Opuntia ficus indica*, en particulier *Opuntia ficus indica* Mill. (L). (figuier de barbarie), *Opuntia undulata* Griff, *Opuntia crassa* Haw, *Opuntia lanceolata* Haw, *Opuntia maxima* Mill. [26].

III. EXIGENCES ECOLOGIQUES DU FIGUIER DE BARBARIE

III.1. Facteurs édapho-climatiques :

Le figuier de barbarie possède une grande adaptation aux conditions les plus hostiles (aridité du climat, salinité des sols, terrains de faible potentiel agricole). Son extension est limitée surtout par les basses températures hivernales, son seuil de tolérance étant de -10°C.

Le cactus s'accommode mal des sols hydro morphes et asphyxiants. Les sols préférés sont les sols légers, sablonneux-limoneux. Il s'agit des sols légèrement pauvres en matière organique (0.1-1.8 %) ayant des pH légèrement acides (5.1-6.7). Pour plusieurs espèces *Opuntia* le pH est un facteur limitant, mais l'*Opuntia ficus indica* est rencontré même dans des sols calcaires [27].

III.2. Facteurs biotiques :

De nombreuses parasites et maladies sont rencontrés dans le cactus :

- ✧ La rouille (*Phyllostica opuntiae*) : se manifeste par des tâches de couleur jaune-rouille, circulaires, pouvant s'étendre en plaques irrégulières d'un blanc sale ou cendré sur les raquettes.
- ✧ Le mildiou des cactus (*Phytophthora cactorum*) : les symptômes de la maladie se présentent sous forme de cloques soulevant l'épiderme, d'état chlorotique prononcé et de taches brunâtres qui envahissent les fruits et les raquettes.
- ✧ La cératite (*Ceratitis capitata* Wied) : une mouche méditerranéenne des fruits qui peut occasionner des dégâts importants dans les plantations mal entretenues.
- ✧ Les cochenilles : bien que généralement polyphages, certaines espèces de cochenilles sont des parasites spécifiques à l'espèce *Opuntia* [28].

IV. CULTURE DU FIGUIER DE BARBARIE

La période de plantation du cactus varie avec la latitude et les conditions environnementales. Deux époques sont considérées:

- ✧ L'automne : de septembre à novembre pour les régions à hivers doux et de septembre à octobre dans les régions à hivers frais.
- ✧ Le printemps : pendant les mois de février, mars et avril dans les zones à hivers doux et pendant le mois d'avril et mai dans les régions à hivers frais.

La plantation se fait soit par des raquettes simples (une seule raquette) ou doubles (raquette terminale fixée sur une raquette subterminale). L'avantage de la plantation des raquettes doubles est l'entrée plus rapide en production de ces raquettes par rapport aux raquettes simples.

La multiplication du figuier de barbarie par bouturage est le mode le plus simple et le plus courant. La saison de récolte des figues de barbarie varie selon le cultivar et le lieu de production. Afin d'avoir l'optimum de la qualité du fruit, les fruits colorés nécessitent d'être récoltés quand elles atteignent au moins 50% de leur couleur finale.

La récolte est manuelle, en faisant attentivement une rotation du fruit permettant de séparer ce dernier du cladode, ou en coupant au niveau de l'articulation [29].

V. IMPORTANCE DES PLANTATIONS EN TUNISIE ET AU MAROC

La popularité des *Opuntias* en Afrique du nord est démontrée par la culture des vastes secteurs, la superficie de la culture est de 120.000 au Maroc et de 550.000 en Tunisie [30].

La plante est largement représentée dans le paysage rural tunisien et marocain, en plantations plus ou moins régulières, autour des villages ou en haies limitant les parcelles de cultures.

Mais malgré ses attraits naturels, peu d'intérêts a été accordé à cette espèce jusqu'aux années 70. Avec le développement des marchés des fruits exotiques dans plusieurs pays, les efforts se sont multipliés pour en faire une culture industrielle, soit en tant que culture fourragère, soit en tant que culture maraichère. La production des fruits reste cependant l'aspect le plus recherché et le plus développé.

Dans ces deux pays, le cactus est doté d'une diversité génétique importante et un certain nombre d'espèces et variétés ont été décrites [31].

Au Maroc, le figuier de barbarie est une espèce qui est très cultivée dans la région sud où elle se présente en différentes variétés:

- ✧ variétés « Aissa » et « Moussa » qui ont des fruits à pulpe jaune orangé à maturité,
- ✧ variété « El Bayda » à pulpe vert clair,
- ✧ variété « El Akria » à pulpe rouge carmin [23, 32].

La superficie des plantations a évolué de façon remarquable au cours de ces deux dernières décennies, elle a passé de 50.000 ha en 1998 à 120.000 ha actuellement.

La région de Guelmim-Sidi Ifni occupe la première place avec 50% de la superficie nationale et celle de Haouz –El Kelaa des Sraghnas avec 30% de la superficie nationale. La région de Khouribga vient en troisième place et celle de Doukkala en quatrième.

Cette importante évolution est due aux opérations de plantation abondantes qui sont menées par les agriculteurs, les établissements agricoles de développement et de vulgarisation et la direction des eaux et des forêts, dans le cadre des programmes de lutte contre les effets de la sécheresse, et du programme de reboisement des terres forestières et de l'aménagement des parcours [32].

En Tunisie, la culture de figuier de barbarie a connu un essor très important depuis l'année 2002. Elle a passé d'une superficie de 623 ha exploités par 736 agriculteurs seulement en 2002 jusqu'à 864,75 ha exploités par 818 agriculteurs à la fin de 2006.

Les principaux gouvernorats producteurs de figuier de Barbarie sont en premier lieu Nabeul et en second lieu le gouvernorat de Sidi Bouzid. Les autres grandes plantations sont réparties dans la région du Cap Bon et dans le centre du pays.

La superficie totale occupée par cette plante s'étend sur 550.000 ha dont la superficie destinée à la production intensive ne dépasse pas 865 ha. La culture de figuier de barbarie occupe une place dans l'agriculture biologique en Tunisie. Elle représente 0.96% de la superficie biologique totale avant les céréales, les légumes divers et les plantes aromatiques [33]. Les variétés les plus importantes sont la variété Roga pelona, Bianca, Gialla et Rossa [34].

VI. IMPORTANCE ET UTILISATIONS AGRO-ECONOMIQUE DU FIGUIER DE BARBARIE

L'adaptation du figuier de barbarie aux conditions désertiques et semi-désertiques lui permet de constituer une culture à intérêts écologiques et socio-économiques indéniables. En effet, il constitue un bouclier contre la désertification et l'érosion des sols. Il est également cultivé pour la régénération des terres. Il ne demande pas de pratiques culturales spécialisées ni d'apport de fertilisants [35].

VI.1. Utilisation du fruit :

VI.1.1 Production du jus et autres produits :

Les fruits sont appréciés et donnent lieu à plusieurs produits, dont quelques uns sont connus et d'autres sont récemment développés ou en cours de recherche.

La pulpe et le jus sont les utilisations les plus communes et domestiques du figuier de barbarie. Plusieurs études ont été faites sur le jus et ont montré que ce produit a un goût et un parfum agréables. Une autre possibilité est la production des jus concentrés qui manifestent une bonne stabilité microbiologique.

La pulpe peut être utilisée pour préparer des gels comme les gels de pomme et cognassiers. La confiture est un autre produit qui peut être préparé à partir du fruit. Elle présente une bonne qualité sensorielle et une stabilité microbiologique. Les fruits déshydratés sont une autre forme comestible du produit, ils peuvent être aussi conservés en boîtes ou congelés [35]. Le figuier de barbarie est utilisé aussi dans la préparation des boissons alcoolisées à partir de la pulpe tamisée [36].

VI.1.2. Colorant alimentaire :

La couleur des figues de barbarie est due à des bétalaines et aux pigments azotés de couleur rouge ou jaune. Ces pigments peuvent être extraits et utilisés comme additifs dans les préparations alimentaires, dans les domaines pharmaceutiques et cosmétiques [37].

Les pigments naturels rouges ou bétacyanines extraites à partir des plantes sont d'un intérêt croissant comme substituant des teintures rouges synthétiques dans l'industrie agro-alimentaire et pharmaceutique [38]. De plus, les bétacyanines sont reconnues comme colorants alimentaires naturels et contrairement aux autres pigments rouges naturels, elles sont stables dans un large domaine de pH variant de 4 à 7. Cette propriété en fait des pigments idéaux pour la coloration des denrées alimentaires à acidité faible [39].

Dans l'industrie agro-alimentaire, la betterave rouge est la seule source des bétalaines exploitée pour l'obtention des colorants naturels des denrées alimentaires, produisant plusieurs nuances du rouge violet [38].

Cependant, les préparations de la betterave rouge sont obtenues à partir des racines.

De ce fait, des caractéristiques défavorables du goût peuvent affecter leur commercialisation. L'utilisation de figuier de barbarie comme source de bétalaines est très intéressante, ceux-ci sont fortement parfumés et montrent des propriétés nutritives meilleures que les racines de betterave rouge [38].

VI.2. Utilisation des raquettes :

VI.2.1. Utilisations culinaires :

Les raquettes sont peu utilisées en consommation humaine, excepté les jeunes raquettes tendres qui sont consommés comme légumes depuis des siècles au Mexique. Les raquettes sont préparés sous différentes formes : comme composantes de salades, cuites avec de la viande et des œufs. La valeur nutritive des Nopals est similaire à de nombreux légumes à feuilles tels la laitue et les épinards. Ils sont considérés comme une source importante de vitamines et de minéraux principalement le calcium et le fer [40].

VI.2.2. Source de mucilage :

La famille des cactacées est caractérisée par sa production de mucilage. Le mucilage est un hydrate de carbone complexe, faisant partie de la fibre diététique. Pour ceci, c'est un composant avec d'excellentes perspectives comme additif non seulement pour l'industrie alimentaire, mais également pour d'autres usages industriels [41].

Le mucilage pur, obtenu à partir des raquettes est un produit intéressant pour les usages alimentaires, médical et cosmétique. Le mucilage est un polysaccharide qui contient une structure moléculaire pouvant aller jusqu'à 30.000 sucres différents [42].

L'analyse texturale a prouvé que le mucilage du figuier de barbarie pourrait avoir un effet protecteur sur les fraises, reflétées par la grande fermeté des échantillons enduits pendant le stockage, qui pourrait réduire des pertes économiques dues à la détérioration produite à partir des dommages mécaniques pendant la manipulation et le transport [43].

VI.2.3. Colorant :

En Afrique du sud et au Mexique, l'élevage des cochenilles sur l'*Opuntia* sous tunnels est utilisé pour la production d'une teinte rouge, le carmin, produit par les femelles qui prolifèrent sur des raquettes saines, en prélevant des substances nutritives du phloème. Cette teinte est très demandée en industrie alimentaire, médicinale et cosmétique comme colorant naturel [44].

VII. UTILISATION DU FIGUIER DE BARBARIE EN COSMETIQUE

Depuis des décennies, le figuier de barbarie est utilisé par les femmes berbères et indiennes du continent américain pour ses vertus cosmétiques. Les femmes berbères utilisaient l'huile pour cicatriser et pour protéger leur peau du vent brûlant du désert. Selon elles, l'huile de figes de barbarie constitue une arme redoutable pour lutter contre les agressions du temps et redonne à la peau du visage son tonus et sa fermeté.

Aujourd'hui, les industriels s'intéressent de plus en plus à la production de l'huile des graines d'*Opuntia ficus indica*. La production se fait à partir de 800 à 1000 kg de fruits pour obtenir 25 à 30 kg de graines qui donneront après pressage 1 litre d'huile. L'huile de pépins de figes de Barbarie est d'une richesse exceptionnelle en vitamine E et en stérols qui lui confèrent une aptitude hors de commun à protéger la peau contre les radicaux libres.

Cependant, pour soigner leurs mains malmenées par les rudes travaux auxquels elles sont soumises, les Indiennes préparaient du savon et des onguents à base de mucilage des raquettes et de jus des figues de barbarie. Elles préservaient de la même manière leur visage agressé par le soleil. Le suc de certaines variétés servait et sert toujours à la préparation de fards et de rouges à lèvres.

Les extraits de la plante sont présents dans la composition de nombreux produits cosmétique. Il remplace avantageusement la graisse de baleine dans la préparation des crèmes et des pommades. On trouve même, à côté de l'huile des graines du figuier de barbarie, des crèmes à base de cette huile. Le principal intérêt de ces dernières est leur effet antiride.

VIII. BIOLOGIE DU FIGUIER DE BARBARIE

Le figuier de barbarie est une plante originaire des régions arides et semi-arides. C'est une plante robuste qui peut mesurer jusqu'à 5 mètres de hauteur (fig3-a), avec un tronc épais et ligneux. Ses articles aplatis en forme de raquettes (cladodes) (fig3-b) de couleur vert mat, ayant une longueur de 30 à 50 cm et une largeur de 15 à 30 cm, sont couverts de petites aréoles, d'épines et de glochides blancs. Ses fleurs, marginales sur le sommet des cladodes, sont hermaphrodites, de couleur jaune et deviennent rougeâtres à l'approche de la sénescence de la plante (fig3-c). Ses fruits sont de baies charnues ovoïdes ou piriformes pourvues d'épines (fig3-d). Ils sont généralement verdâtres ou jaunes à maturité. La pulpe est toujours juteuse, de couleur jaune orangé, rouge ou pourpre, parsemée de nombreuses petites graines.



Figure 3 : Le figuier de barbarie : a) la plante, b) les cladodes, c) les fleurs, d) le fruit.

Sur le plan physiologique, l'*Opuntia* est une plante de type CAM (Crassulacean Acid Metabolism). Elle a la particularité de fixer le dioxyde de carbone et de libérer l'oxygène pendant la nuit et de fermer ses stomates pendant le jour. Ce dispositif permet une moindre perte d'eau par évapotranspiration pendant les heures les plus chaudes. La pénétration de l'air par les stomates ouverts s'effectue pendant la nuit, et c'est à ce moment là, que le dioxyde de carbone est fixé dans les tissus de chloroplaste par le phosphoénolpyruvate (PEP), résultant du métabolisme des hydrates de carbone via la glycolyse, pour donner l'oxaloacétate. Cet élément est à son tour transformé en malate pour être stocké dans la vacuole. Pendant le jour, le malate se décompose en pyruvate et libère le dioxyde de carbone fraîchement importé de l'atmosphère [25, 45].

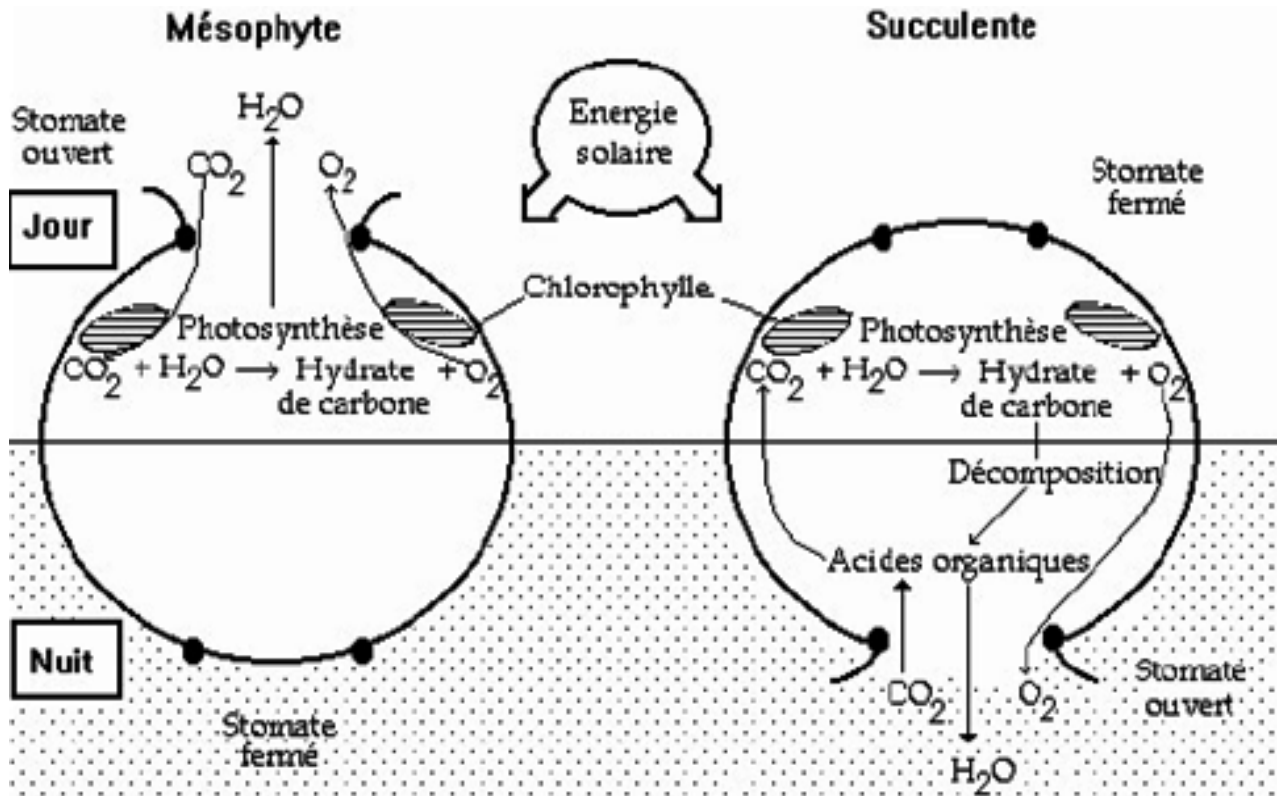


Figure 4 : Cycle photosynthétique des plantes de type CAM [25]

Traditionnellement, le figuier de Barbarie est multiplié végétativement par bouturage des raquettes. Les jeunes plantes peuvent entrer en floraison à partir de la 2^{ème} ou de la 3^{ème} année. La durée et la période du cycle annuel dépendent de la variété et de la zone géographique [46].

IX.COMPOSITION CHIMIQUE DE LA PLANTE CULTIVEE EN TUNISIE ET AU MAROC

IX.1. Composition chimique du figuier de barbarie cultivé au Maroc :

IX.1.1. Composition chimique du fruit :

La composition du fruit, mentionnée dans le tableau I, montre que le fruit est une source de protéines, fibres, minéraux et hydrates de carbone. La quantité des protéines varie de 5,3% à 11,3%. Elle est plus basse que celle enregistrée chez les légumineuses mais comparable à celle des céréales.

Tableau I : Composition brute du fruit du figuier de barbarie (g /g de matière sèche) [47]

	Pulpe	Graine	Ecorce
Amidon	4,55	5,35	7,12
Protéines	5,13	11,8	8,3
Lipides	0,97	6,77	2,43
Cendres	8,5	5,9	12,1
Fibres	20,5	54,2	40,8
Hydrates de carbone	58,3	1,59	27,6

**Tableau II : Composition des fibres du fruit du figuier de barbarie
(% des fibres totales) [47]**

	Pulpe	Graine	Ecorce
Hémicellulose	15,5	9,95	20,8
Cellulose	14,2	83,2	71,4
Pectines	70,3	6,69	7,71
Lignines	0,01	0,19	0,06

**Tableau III : Composition des hydrates de carbone du fruit du figuier de barbarie
(% de matière sèche) [47]**

	Pulpe	Graine	Ecorce
Saccharose	0,22	0	2,36
Glucose	35	0	21
Fructose	29,6	0	2,89

**Tableau IV : Composition minérale du fruit du figuier de barbarie
(mg/100 g de matière sèche) [47]**

	Pulpe	Graine	Ecorce
Ca	0,163	258	2090
Mg	76,1	208	322
Na	7,77	<0,83	<0,85
K	559	275	3430
P	0,03	110	0,064
Fe	16,5	12,1	8,31
Cu	<0,78	<0,83	<0,85
Zn	1,55	4,16	1,7
Mn	6,99	<0,83	72,9
Mo	<0,31	<0,33	<0,34

IX.1.2. Composition chimique des raquettes:

Les raquettes du figuier de barbarie sont caractérisées par un déséquilibre nutritionnel bien qu'il soit une source d'énergie et d'eau. Les teneurs en eau des raquettes fraîches varient de 80 à 90%. La teneur des raquettes en matières azotées totales (MAT) ainsi que la teneur en paroi totale (NDF), en lignocellulose (ADF) et en lignine (ADL) sont faibles.

Les raquettes sont réputées être riches en minéraux essentiellement le calcium et les oxalates et en mucilage, polysaccharides de structure chimique parfois très complexe retrouvés dans plusieurs plantes supérieures. La fraction majoritaire du mucilage du figuier de barbarie, est constituée d'un polysaccharide neutre et les analyses de sucres montrent une prédominance de D-galactose, de D-xylose, de L-arabinose, de L-rhamnose et d'acide D-galacturonique. Il a la capacité d'absorber des grandes quantités d'eau ou de solvants et se disperse en formant des colloïdes visqueux ou gélatineux.

Tableau V : Composition chimique (% MS) des raquettes de cactus [48]

Caractéristique	Valeur
Matière sèche %	12-16
Cellulose	15
Amidon	12
Matières azotées totales	5-7
Matières grasses	2
Cendres	16-18
Oxalates	13
Calcium	2-4
Phosphore	0.2
ADF	17-20

IX.1.3. Composition chimique de la graine :

Les graines du cactus ont suscité ces dernières années beaucoup d'intérêt et les études se sont multipliées pour caractériser leur constituants afin d'évaluer surtout leur valeur nutritive. Cependant, l'attention s'est focalisée surtout sur les huiles contenues dans ces graines.

Les pépins des figues de barbarie sont de forme plate, plus ou moins réniforme ou lenticulaire. Les pépins contiennent 9.14 d'huile. Leurs composition chimique est donnée dans le tableau VI.



Figure 5 : Graines de figue de barbarie

Tableau VI : Composition chimique des graines des figes de barbarie [25]

Constituant	Pourcentage (%)
Eau	5-6
Huile	7-8.5
Minéraux	1.3
Lignine Klason	18
Protéines (N*6.25)	11-12
Cellulose	30
Autres polysaccharides	27

Les parois cellulaires sont constituées principalement de polysaccharides. L'hydrolyse acide permet de déterminer la composition en oses neutres et acides renfermés dans le péricarpe de la graine de la fige de barbarie. Le tableau VII regroupe la composition en oses neutres et acides de la graine de la fige de barbarie.

Tableau VII: Composition en oses neutres et acides de la graine de la fige de barbarie [25]

	Sucres neutres et acides (%massique)
Acide uronique (AU)	1,1
Rhamnose (Rha)	0,6
Arabinose (Ara)	3,1
Xylose (Xyl)	23,8
Mannose (Man)	1,0
Galactose (Gal)	1,0
Glucose (Glu)	35,6

L'huile de la graine du figuier de barbarie appartient à la catégorie des huiles polyinsaturées comme la plupart des huiles végétales. La composition chimique (tableau VIII) est composée, du point de vue acides gras, majoritairement d'acide linoléique et d'acide oléique, et elle présente ainsi de par sa composition une grande similitude avec l'huile de maïs. Par contre sa particularité réside dans sa richesse en matière insaponifiable (stérols et tocophérols) [25].

Tableau VIII : Composition en acides gras des huiles des graines des figues de barbarie [49]

Acide gras	Proportion (%)
Acide laurique (C12 :0)	0.11
Acide myristique (C14 :0)	0.22
Acide palmitique (C16 : 0)	13.83
Acide palmitoleic (C16 : 1)	0.91
Acide heptadecanoïque (C17 :0)	0.03
Acide heptadecenoïque (C17 : 1)	0.04
Acide stéarique (C18 : 0)	3.16
Acide oléique (C18 : 1)	19.77
Acide linoléique (C18 : 2)	60.61
Acide linolenique (C18 :3)	0.74
Acide arachilique (C20 : 0)	0.34
Acide eicosenoïque (C 20 : 1)	0.24
Acides saturés	17.69
Acides insaturés	82.31

IX.1.4. Composition chimique des fleurs du figuier de barbarie :

Tableau IX : Composition moyenne (pourcentage en poids par rapport à la masse sèche) de la fleur de la figue de barbarie [25]

Constituants	Pourcentage
Cires	9-11
Minéraux (cendres)	7-8
Lignine Klason	2-3
Cellulose	27
Protéines (N x 6,25)	8-10
Autres polysaccharides	40-45

Tableau X : Composition de la fleur en sucres neutres et acides (pourcentage en poids par rapport à la masse sèche) [25]

Constituants	pourcentage
Acide uronique (AU)	35,6
Rhamnose (Rha)	3,3
Arabinose (Ara)	9,3
Xylose (Xyl)	4,5
Mannose (Man)	1,6
Galactose (Gal)	8,4
Glucose (Glu)	29,3

IX.2. Composition chimique du figuier de barbarie cultivé en Tunisie :

Peu d'études ont été menées sur la composition chimique du figuier de barbarie cultivé en Tunisie. Certaines thèses et quelques mémoires l'ont évoquée mais dans la plupart des cas, les compositions mentionnées étaient le fruit d'études et de recherches sur le figuier de barbarie marocain.

Seule la composition des raquettes de *l'Opuntia ficus indica* cultivé en Tunisie est étudiée (Tableau XI).

Tableau XI : Composition (% MS) des raquettes du figuier de barbarie cultivé en Tunisie [50].

Caractéristique	Valeur
Matière sèche %	10.4
Cellulose	8.4
Amidon	12
Matières azotées totales	2-12
Cendres	30
Oxalates	13
Calcium	5.3
Phosphore	0.16
ADF	16

En comparant la composition chimique des raquettes du figuier de barbarie tunisien et marocain, les raquettes de *l'Opuntia* cultivé en Tunisie sont plus riches en matières azotées totales et en calcium, tandis que les raquettes du cactus marocain sont plus riches en cellulose, en matière sèche, en phosphore et en lignocellulose. Le pourcentage en matière sèche de l'amidon et des oxalates est le même dans la composition chimique des raquettes des deux pays.



Troisième partie

*Potentialités thérapeutiques
du figuier de barbarie :*

A. POTENTIALITES THERAPEUTIQUES D'OPUNTIA FICUS INDICA

I. ACTIVITE ANTI-OXYDANTE

I.1. Définition de l'activité anti-oxydante :

L'activité anti-oxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. Les antioxydants les plus connus sont :

- ✧ le β -carotène (provitamine A),
- ✧ l'acide ascorbique (vitamine C),
- ✧ vitamine E : α tocophérol,
- ✧ ainsi que les composés phénoliques.

En effet, la plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxy phénoliques dans leurs structures et les propriétés anti-oxydantes sont attribuées en partie à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ($\text{OH}\cdot$) et superoxydes ($\text{O}_2\cdot$) [54-57].

Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer, *in vitro* et *in vivo*, l'activité anti-oxydante par piégeage de radicaux différents, comme les peroxydes $\text{ROO}\cdot$ par les méthodes ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) et TRAP (Total Radical-Trapping Antioxidant Parameter) [58]; les ions ferriques par la méthode FRAP (Ferric ion Reducing Antioxidant Parameter) [59]; ou les radicaux $\text{ABTS}\cdot$ (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique) [60], ainsi que la méthode utilisant le radical libre $\text{DPPH}\cdot$ (diphényl-picryl hydrazyle) [61].

La survenue de certaines maladies dégénératives est favorisée en partie par des facteurs nutritionnels [51]. Pendant longtemps l'accent a été exclusivement mis sur le rôle d'apports excessifs en certains nutriments, comme cause de ces pathologies. A la suite des données d'observation, notamment de ce qu'il est convenu d'appeler le régime méditerranéen, la notion d'éléments nutritionnels protecteurs est apparue [52]. Parmi les aliments associés à cet effet protecteur, les fruits et légumes possèdent un rôle important. En effet, ils sont une source en plusieurs composés fonctionnels, qui agissent en interaction et en synergie [53].

Le figuier de barbarie longtemps marginalisé, présente une importance nutritionnelle, vue sa richesse en vitamine C, en pigments de type bétalaines, en composés phénoliques, sucres réducteurs et sels minéraux.

I.2. Activité anti-oxydante de l'extrait de jus de fruit du figuier de barbarie :

Une étude marocaine évalue l'activité anti-oxydante des jus de fruits de figuier de barbarie, in vitro, par le test au DPPH•. Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl fut l'un des premiers radicaux libres utilisé pour étudier la relation structure-activité antioxydant des composés phénoliques [62,63, 64]. Il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote.

Le DPPH• de couleur violette, vire au jaune en présence de capteurs de radicaux libres, et se réduit en 2,2-diphényl-1-picryl hydrazine.

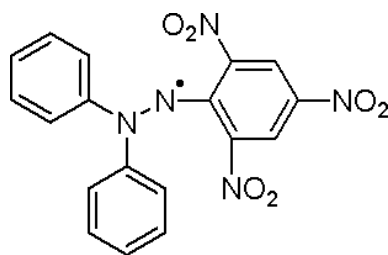
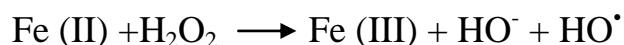


Figure 6 : Structure chimique du radical libre DPPH•

Les résultats obtenus ont montré que les composés phénoliques, flavonoïdes et pigments de types bétalaines, possèdent des activités anti-radicalaires plus importantes que celle de la vitamine C. Les jus bruts présentent des activités plus élevées que celles des composés qui les constituent. Les jus issus de couleur pourpre possèdent des activités anti-oxydantes plus élevées que ceux issus des fruits de couleur jaune orange [62].

I.3. Activité anti-oxydante de la figue de barbarie :

Une autre étude [67], réalisée sur les polysaccharides isolés et purifiés, extraits des *Opuntias ficus indica* cultivés en Chine, a démontré l'activité anti-oxydante de ces derniers. Une réduction, concentration dépendante, de la formation du radical superoxyde et du radical hydroxyle a été affirmée. Les polysaccharides (rhamnose, arabinose et glucose) peuvent efficacement empêcher le radical hydroxyle produit par le système fenton. La réaction de Fenton est basée sur la production des radicaux à partir de la décomposition du peroxyde d'hydrogène catalysée par des sels ferreux [65].



L'étude a montré également que les polysaccharides du figuier de barbarie empêchent la régénération du malondialdéhyde (MDA) dans le microsome du foie de souris et de poulet. Le malondialdéhyde est l'un des produits finaux de la peroxydation des acides gras polyinsaturés dans les cellules. Une augmentation de radicaux libres provoque une surproduction de MDA. Le niveau de malondialdéhyde est communément connu comme un marqueur du stress oxydatif et du statut antioxydant chez les patients cancéreux. Le stress oxydatif résulte d'un déséquilibre entre la production d'éléments oxydants et de mécanismes de défense anti-oxydante qui provient soit d'une production exagérée d'agents oxydants, soit d'une altération des mécanismes de défense. Quand l'un ou l'autre de ces mécanismes est présent, le stress oxydant est initié et contribue par ses conséquences multiples touchant les acides nucléiques, les protéines ou les lipides, à la pathogénie de certaines maladies telles que les maladies cardiovasculaires, les maladies neurodégénératives ou le cancer [66, 67].

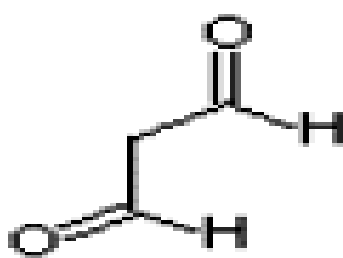


Figure 7 : Structure chimique du malondialdéhyde

I.4. Activité anti-oxydante de l'huile de figuier de barbarie :

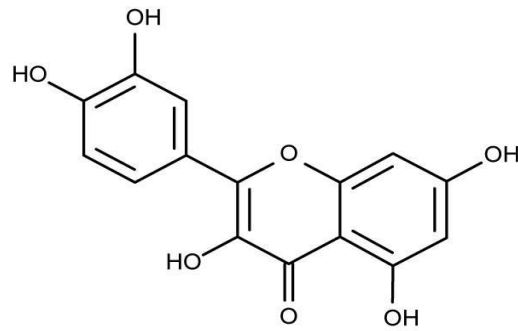
L'activité anti-oxydante d'huile de graines a été évaluée au moyen d'analyse de radical-balayage du DPPH et l'essai de blanchissement de β -carotène. Les deux méthodes ont démontré l'activité anti-oxydante notable d'huile de graines du figuier de barbarie, comparable à l'acide ascorbique et à l'hydroxytoluène butylé. L'activité anti-oxydante d'huile de graines s'est également avérée dépendante de la concentration [68].

II. ACTION NEUROPROTECTRICE

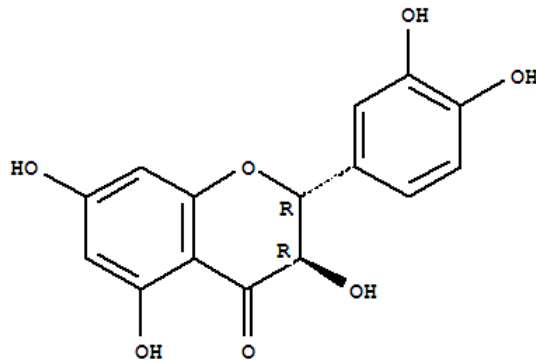
Récemment, l'extrait de méthanol des fruits des variétés d'*Opuntia ficus indica* a révélé une importante efficacité dans la lutte contre les dommages neuronaux induits par les radicaux libres dans les cultures corticales de souris. Etant donné les rôles de l'effet oxydant et des radicaux libres dans la mort neuronale après ischémie et dans des désordres neurodégénératifs comprenant la maladie d'Alzheimer, des chercheurs coréens ont essayé d'identifier les principes actifs du figuier de barbarie et de caractériser leurs actions neuroprotectrices et anti oxydantes en utilisant les cellules corticales de rat. Parmi les constituants isolés dans les fruits et les tiges des variétés d'*Opuntia ficus indica*, les trois flavonoïdes :

- ✧ quercetin,
- ✧ dihydroquercetin,
- ✧ et quercetin 3- méthyl éthers'avèrent efficaces dans la protection des cellules corticales de rat.

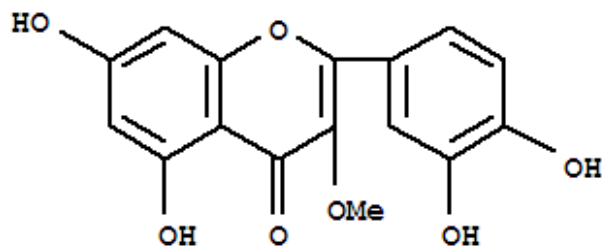
Les cultures ont été préparées à partir des cortex cérébraux des embryons de rat. Les dommages neuronaux ont été causés par le caspase3. Les caspases (aspartic-acid-specific cystein proteases) sont un groupe de protéases à cystéine qui jouent un rôle essentiel dans les phénomènes d'apoptose, de nécrose et d'inflammation. Parmi les trois flavonoïdes, le quercetin 3- méthyl éther est le plus efficace dans la lutte contre la neurotoxicité. Il est évident que les actions neuroprotectrices de l'*Opuntia ficus indica* semblent actives pour la prévention et le traitement des désordres neurologiques provoqués par les agents oxydants [69,70].



Quercetin



Dihydroquercetin



Quercetin 3- méthyl éther

Figure 8 : structure chimique du quercetin, dihydroquercetin, et quercetin 3- méthyl éther.

L'extrait de méthanol de l'*Opuntia ficus indica* possède également une action neuroprotectrice contre le N-méthyl-D- aspartate NMDA, kainate KA et l'oxygène glucose deprivation OGD, induisant des altérations neuronales dans les cultures des cellules corticales de souris.

L'évaluation de cet effet protecteur de l'extrait de méthanol de l'*Opuntia* a été étudiée également dans la région hippocampique CA1, contre les dommages neuronaux évoqués par une ischémie globale chez les gerbilles.

Le traitement des cultures neuronales avec l'extrait de méthanol d' *Opuntia ficus indica* (30, 300 et 1000 µg/ml) inhibait le NMDA et l'OGD induisant une neurotoxicité dose dépendante.

L'extrait semble réduire significativement le NMDA induit par la neurotoxicité avec un taux de 27 % chez les gerbilles traités par l'extrait de méthanol d'*Opuntia* toutes les 24 heures pendant 3 fois par jour pendant 4 semaines.

L'administration préventive de l'*Opuntia ficus indica* est probablement utile dans le soulagement des dommages neuronaux causés suite à une ischémie globale [71].

III. ACTIVITE ANTI-INFLAMMATOIRE

Une action anti-inflammatoire a été montrée chez l'extrait d'éthanol du cactus *Opuntia ficus indica* cultivé en Corée. Après fractionnement de l'extrait de méthanol des tiges de cactus, un principe anti-inflammatoire actif a été isolé et identifié, le β -sitostérol.

Le β -sitostérol, bien que son activité semble être relativement plus faible comparée à celle de l'hydrocortisone, semble être le premier responsable de l'activité anti-inflammatoire du figuier de barbarie [72].

IV. ACTIVITE ANTI ULCEREUSE

Les raquettes de *l'Opuntia ficus indica* sont utilisées en médecine traditionnelle dans plusieurs pays dont l'Italie, pour leur activité cicatrisante. Récemment, plusieurs études ont montré que les raquettes riches en mucilage et en pectines, présentent une activité cytoprotective dans la prévention de l'ulcère gastrique. Les études ont été réalisées chez des rats rendus ulcéreux par l'éthanol. Les cladodes lyophilisés ont été administrés comme traitement préventif, un phénomène de cytoprotection a été remarqué.

En effet, les cellules épithéliales ont été rompues et une stimulation de la production du mucus a été observée. Les résultats de l'étude indiquent la formation d'une couche gélatineuse composée du mucus qui fournit un environnement favorable pour une restitution épithéliale rapide.

Par ailleurs, chez les rats traités par les cladodes lyophilisés, les espaces glandulaires et l'épithélium superficiel montrent une sécrétion normale du mucus (figure 9 ; A), tandis que chez les rats traités par l'éthanol, les espaces interglandulaires sont élargis. (Figure 9 ; B) [73].

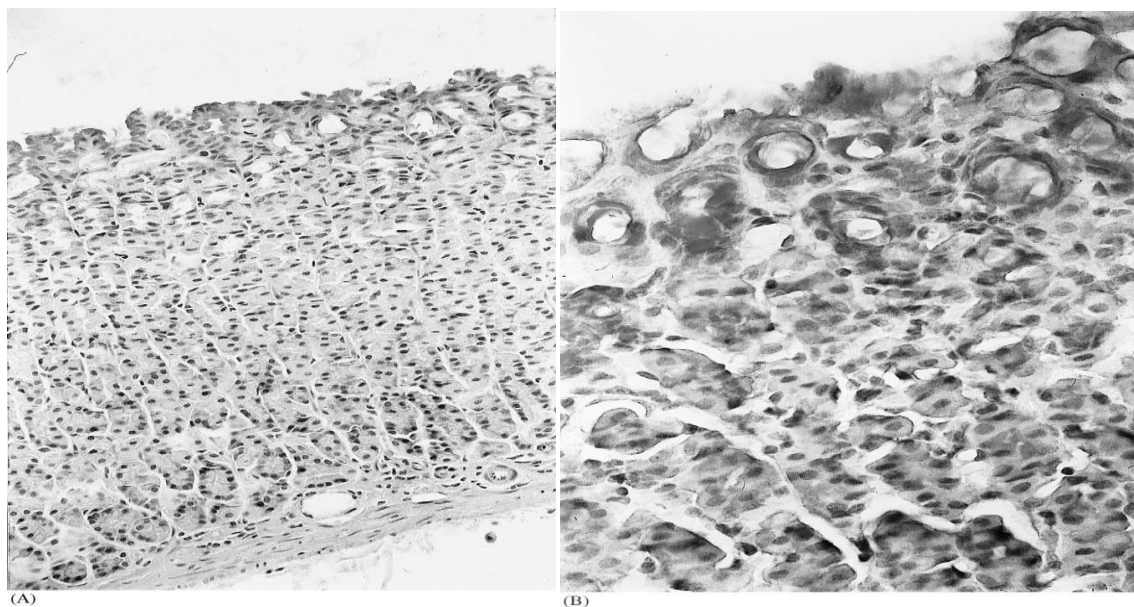


Figure 9 : Observations microscopiques de la muqueuse gastrique des rats.

(A) rats traités par les cladodes lyophilisés d'*Opuntia ficus indica* (20 X).

(B) rats traités à l'éthanol 40X) [73].

Il est possible de supposer une participation du mucilage d'*O. Ficus indica* dans les effets observés qui empêcherait la pénétration de l'agent nécrosant dans la muqueuse gastrique. Il formerait une couche protectrice provenant les lésions nécrotiques profondes et l'exfoliation vaste de l'épithélium superficiel induite par l'éthanol. Probablement, le mucilage principalement formé par l'arabinogalactane et l'acide galacturonique, peut agir en synergie avec les facteurs de défense de la muqueuse gastrique.

Utilisé comme traitement curatif, les cladodes lyophilisés n'ont pas reconstitué les facteurs défensifs muqueux [74].

V. ACTIVITE ANTI ALLERGIQUE

Une étude coréenne très récente [75] a été réalisée afin d'examiner les potentialités antiallergiques de la glycoprotéine (90 kDa) isolé d'*Opuntia ficus indica*. Afin de savoir si les glycoprotéines d'*Opuntia ficus indica* ont une capacité inhibitrice de l'allergie in vivo, l'évaluation des activités de facteurs concernant l'allergie comme l'histamine et la libération de β -hexosaminidase, lactate déshydrogénase (LDH) et interleukine 4 (IL-4) a été provoquée par le composé p-méthoxy-N-méthyl-phénéthylamine préparation 48/80. Le composé 48/80 est un composé de synthèse (polyamine), d'intérêt expérimental provoquant la sécrétion des mastocytes. Les expérimentations in vivo ont été réalisées sur des souris permettant l'étude du mécanisme des réactions allergiques.

L'effet de l'activité antiallergique a ensuite été évaluée in vitro sur le facteur nucléaire kappa B (NF-kB) et le monoxyde d'azote synthase inductible (iNOS), l'acide arachidonique, la cyclo oxygénase-2 (COX2) et la phosphorylation de ERK1/2 MAPK.

L'étude a montré que la plupart des glycoprotéines produites par le figuier de barbarie ont un caractère de modulation pour l'inflammation, l'immunité et les facteurs concernant l'allergie. L'étude suppose que les glycoprotéines d'*Opuntia ficus indica* contribuent à empêcher les cytokines de l'inflammation causée par le composé 48/80.

Les résultats montrent que l'administration de la glycoprotéine extraite de l'*Opuntia ficus indica* a diminué significativement l'activité des :

- ✧ Lactate déshydrogénase ;
- ✧ Histamine ;
- ✧ Interleukine 4 ;
- ✧ facteur nucléaire kappa B ;
- ✧ β -hexosaminidase ;
- ✧ Acide arachidonique ;
- ✧ Cyclo oxygénase 2 ;
- ✧ monoxyde d'azote synthase inductible ;
- ✧ Phosphorylation d'ERK1/2 MAPK (Les protéines ERK-1 et ERK-2 signifiant Extracellular signal-regulated kinases sont des protéines isoformes qui font partie de la famille des MAP kinases, mitogen-activated protein kinases) dans les cellules RBL-2H3 stimulées par le composé 48/80.

L'étude suggère que la glycoprotéine extraite du figuier de barbarie possède un rôle efficace dans la prévention ou le traitement des maladies allergiques dépendantes de l'activation des cellules mastocytaires [75].

VI. EFFET CHONDROPROTECTEUR

Les médicaments conventionnels dans la maladie articulaire sont souvent efficaces pour le soulagement des symptômes, mais ils peuvent également causer des effets secondaires significatifs sans ralentir la progression de la maladie. Plusieurs substances naturelles se sont avérées efficaces en tant que drogues anti-inflammatoires non-stéroïdiennes pour soulager les symptômes de l'ostéoarthrite.

« A.M. Panico » et col. se sont intéressés à l'effet anti-inflammatoire et chondroprotecteur de quelques extraits lyophilisés, obtenus à partir des cladodes du figuier de barbarie, sur la production des molécules principalement libérées pendant des événements inflammatoires chroniques, tels que l'oxyde nitrique ; les glycosaminoglycanes ; les prostaglandines (PGE2) et les espèces réactives de l'oxygène (ROS), dans la culture humaine de chondrocyte, stimulée avec les interleukines cytokines pro-inflammatoire (IL-1 β).

Les résultats in vitro ont précisé que les extraits des cladodes pouvaient antagoniser les effets nocifs de l'IL-1 β . Les expérimentations viennent confirmer que les extraits des cladodes de l'*Opuntia ficus indica* possèdent un effet protecteur dans le changement de cartilage lors de la dégénération des chondrocytes. Ils semblent avoir une action thérapeutique importante dans le traitement de l'ostéoarthrite, les symptômes inflammatoires et oxydants coexistent avec des symptômes chondrodégénérative.

Les composés actifs principaux dans les cladodes sont les polysaccharides qui ont accéléré le processus de réparation dans tout le tissu. Les glycoprotéines, composés aromatiques, en particulier les bêta-cyanines, les bêta-xanthines, les polyphénols, les acides gras, les stérols, la vitamine et le β - carotène, en raison de leur activité antioxydante et les flavonoïdes polyphénoliques sont des métabolites qui possèdent de nombreuses propriétés pharmacologiques. Ils pourraient potentiellement avoir une action protectrice contre les maladies chroniques. Ces composés agissent sur les aspects de la maladie commune dégénérative, stress oxydatif, inflammation et chondrodégénération.

En conclusion, l'extrait lyophilisé des cladodes d'*Opuntia ficus indica* pourrait fournir une approche alternative à la maladie ostéoarticulaire [76].

VII. ACTIVITE ANTIGENOTOXIQUE

D'après une étude réalisée en Tunisie [78], les cladodes du figuier de barbarie semblent avoir une activité antigénotoxique intéressante. La capacité des cladodes du figuier de barbarie dans la protection des souris contre la génotoxicité induite par la zéaralénone a été évaluée.

La zéaralénone est la principale mycotoxine produite par *Fusarium graminearum*, champignon pathogène responsable de graves épidémies de fusariose de l'épi sur les céréales qui peuvent rendre les récoltes impropres à la consommation humaine. Stable, elle résiste à la plupart des traitements mis en œuvre au cours de la fabrication des aliments. Diffusible, elle sera bien absorbée lors de son administration orale et pourra atteindre des récepteurs intracellulaires. Cette mycotoxine présente une très faible toxicité aiguë, elle agit

surtout sur les fonctions de reproduction, après fixation compétitive aux récepteurs intracellulaires des estrogènes. Cette fixation entraîne une augmentation de la synthèse d'ARN, de protéines et une prolifération cellulaire [77].

L'administration simultanée de l'extrait de cladodes de cactus et de la zéaralénone a eu comme conséquence une prévention efficace des micronoyaux chromosomiques, une diminution de la fréquence d'aberrations chromosomiques cellules de moelle (le % d'aberrations chromosomiques a diminué de 38.3 à 18.6) et de la fragmentation d'ADN comparée au groupe traité avec la zéaralénone seule.

Les résultats des expérimentations prouvent clairement que la zéaralénone est génotoxique, elle induit des dommages d'ADN par fragmentation d'ADN et des aberrations chromosomiques au niveau des cellules de la moelle. L'extrait de cladodes de cactus est efficace dans la protection contre la génotoxicité de la zéaralénone [78].

VIII. ACTIVITE DIURETIQUE

Depuis des décennies, la médecine traditionnelle utilise les fleurs du figuier de barbarie en infusion afin de soulager les « douleurs rénales ». Plusieurs chercheurs se sont intéressés à cet effet et plusieurs études ont été établies. Une étude italienne, réalisée sur le figuier de barbarie de la région sicilienne, porte sur les effets diurétiques des infusions des cladodes, des fruits et des fleurs de *Opuntia ficus indica* chez le rat. La natriurèse, la kaliurèse et l'action sur l'hyperuricémie ont été étudiés [83].

Le matériel végétal est préparé par découpage des fruits et homogénéisation pendant 5 minutes. Ils sont ensuite centrifugés pour éliminer les graines. Les fleurs ont été séchées à l'air. Les infusions ont été préparées avec 15 % d'eau, la préparation réalisée selon la pharmacopée officielle italienne (1998) est administrée par gavage, immédiatement après la filtration, à une dose de 5 ml/100 g de poids de rat.

Les résultats de l'étude montrent que l'infusion des fleurs et l'infusion des cladodes sont à l'origine d'une augmentation modeste de la diurèse et de la natriurèse. Le traitement n'a pas eu d'influence sur le taux d'acide urique.

Les infusions des cladodes, des fleurs et des fruits n'induisent pas de changement significatif au niveau du sodium et du potassium urinaires.

L'étude propose que l'action diurétique observée puisse être liée à l'activation du mécanisme neuro humoral; ces effets semblent être à l'origine de l'influence que les électrolytes, présents avec des quantités considérables dans la plante exercent sur l'épithélium rénal. Particulièrement, l'*Opuntia ficus indica* est très riche en potassium, d'autres cations monovalents et bivalents sont présent dans la plante également et pourraient avoir une activité diurétique synergétique avec le potassium [79].

Selon cette étude, la théorie que la majorité des plantes médicinales possède un effet diurétique seulement en raison de la présence du potassium semble quelque peu douteuse [80].

Selon de nombreuses études réalisées sur les plantes médicinales, aucune corrélation n'existe entre l'effet diurétique observé et le taux du potassium présent dans l'extrait végétal [81].

Dans l'étude présente, l'effet diurétique observé n'exclut pas la possibilité que le changement de la diurèse peut être une conséquence de la présence de composés polaires tels que les flavonoïdes, les glycosides et l'acide ascorbique.

L'analyse phytochimique préliminaire a révélé que ces composés sont les constituants principaux des différentes infusions de l'*Opuntia ficus indica* [82].

Ces composés naturels pourraient agir en synergie ou promouvoir individuellement la vasodilatation rénale initiale. L'autre possibilité pour expliquer l'effet diurétique observé pourrait être les changements indirects de quelques paramètres physiologiques avant l'étape de la filtration du sang.

On ne peut donc pas expliquer l'effet anti urique de l'infusion des fruits uniquement par l'augmentation de la diurèse ou par une excrétion urinaire accrue d'urates. Probablement, il existerait une influence sur le métabolisme acide urique due à un changement de l'activité enzymatique [83].

IX. ACTIVITE HEPATO PROTECTRICE CONTRE LES PESTICIDES ORGANOPHOSPHORES

Les cladodes du figuier de barbarie peuvent contrer les dégâts induits par un insecticide organophosphoré, le chlorpyrifos, au niveau du foie de souris [84].

L'insecticide déclenche un stress oxydatif dans les cellules humaines et animales, les auteurs parlent d'un changement du système de défense anti oxydatif et également de la peroxydation des lipides au niveau du foie de rat.

Les dommages hépatiques causés par le chlorpyrifos ont été évalués par la pesée du foie de et la quantification de quelques paramètres biochimiques, comme les alanine amino transférase (ALAT), aspartate amino transférase (ASAT), la phosphatase alcalin, la lactate déshydrogénase (LDH), le cholestérol et l'albumine dans le sérum, par des dosages spectrophotométriques.

Les extraits des cladodes cultivés en Tunisie et administrés aux souris en association avec le pesticide ont induit un rétablissement de tous ces paramètres. L'extrait des tiges du figuier de barbarie en complément alimentaire a pu montrer un rôle avantageux dans la protection du foie contre les dommages causés par le stress oxydatif. Cette propriété revient principalement à la richesse de la plante en polyphénols et en flavonoïdes qui augmentent l'excrétion des métabolites résultant du métabolisme xénobiotique [85] et peuvent ainsi protéger le foie [86].

X. ACTION DIETETIQUE

D'après des recherches réalisées sur l'*Opuntia ficus indica* cultivé en Tunisie, l'addition de l'huile de figuier de barbarie dans le régime alimentaire des rats a montré une diminution significative de la glycémie. Cependant, une augmentation de la concentration du glycogène a été notée dans le foie et dans le muscle.

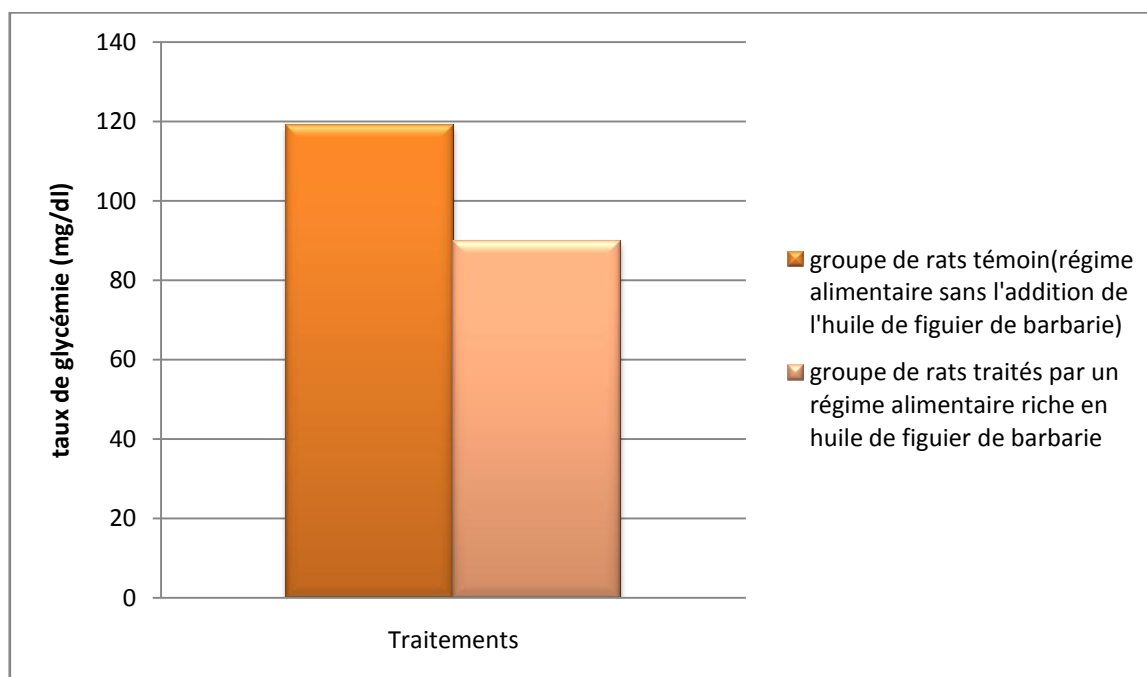


Figure 10 : Taux de glycémie chez des rats témoins et pré traités en l'huile d'*Opuntia ficus indica* (25g /kg) [93]

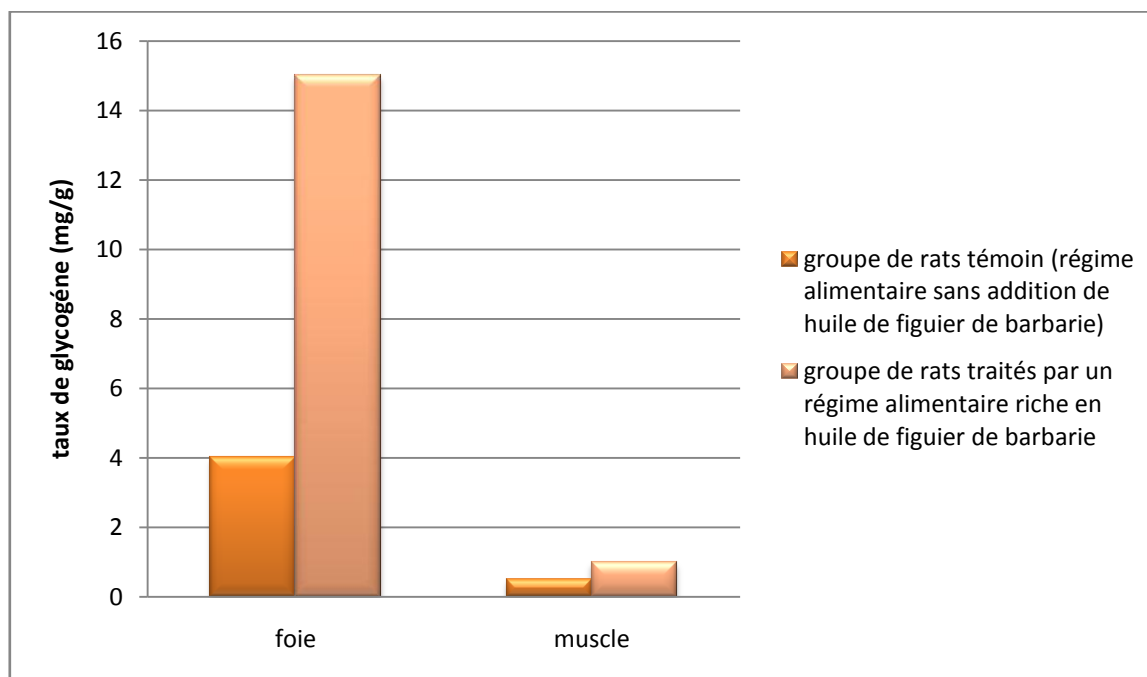


Figure 11: Taux de glycogène chez des rats témoins et pré traités en l'huile d'*Opuntia ficus indica* (25g /kg) [93]

Chez le groupe traité, le cholestérol de sang et la lipoprotéine de faible densité LDL - cholestérol ont diminué. La lipoprotéine de haute densité HDL est restée presque inchangée pendant le traitement.

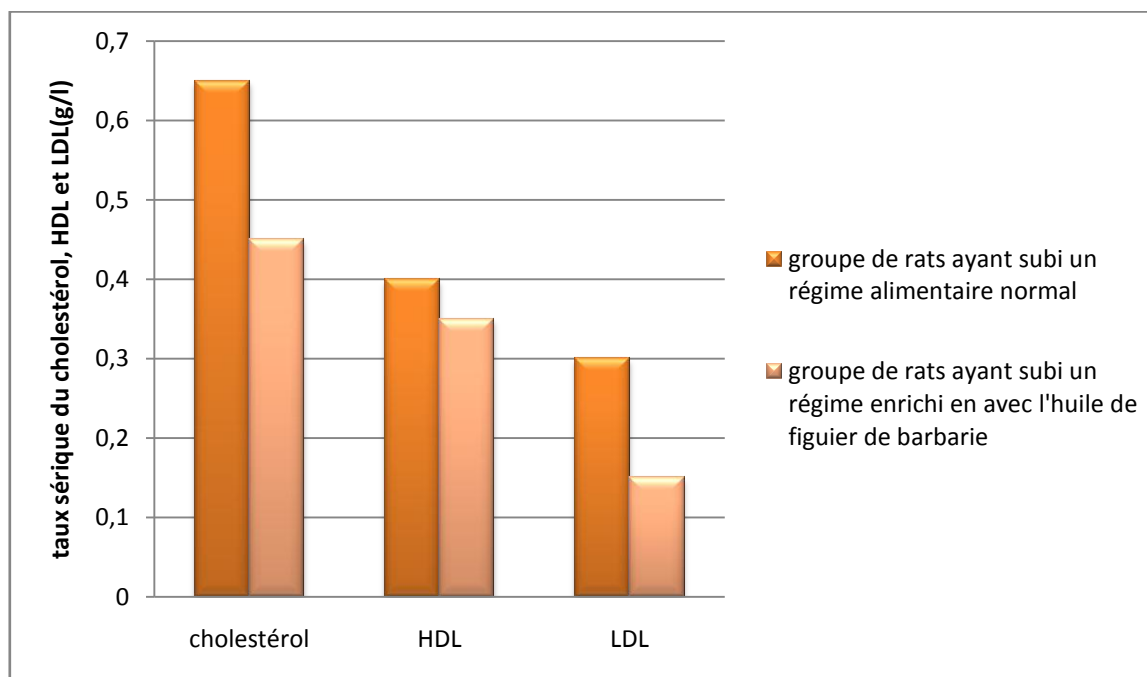


Figure 12 : Taux sérique du cholestérol, du HDL et du LDL chez des rats témoins et pré traités en l'huile d'*Opuntia ficus indica* (25g /kg) [93]

Cette action est due à la richesse de l'huile de graines en phytosterols, particulièrement en β -sitostérol [87]. Les études ont noté que les phytosterols induisent une diminution des niveaux de cholestérol de lipoprotéine dans le plasma total mais le mode de leur action n'est pas entièrement compris [88].

Heinemann et col. [89] ont montré que ces composés provoquent une diminution de la solubilité de cholestérol et de son absorption à travers la barrière intestinale. Spécifiquement, les phytosterols ont provoqué une diminution des niveaux de LDL chez les modèles animaux et chez l'homme [90]. Il a été démontré que ces composés empêchent ou retardent le développement des lésions athérosclérotiques [90].

D'autres composés, tels que les bêta-carotènes et la vitamine E, sont présents dans l'huile de graines de figue de Barbarie et pourraient empêcher le changement structural de lipoprotéines [72]. Le rôle protecteur de ces vitamines est aujourd'hui divisé, quelques études indiquent un rôle protecteur de la vitamine E dans le développement de l'athérosclérose [91-93].

Dans une étude ultérieure réalisée par les mêmes chercheurs, il a été démontré que l'enrichissement du régime avec les graines du figuier de barbarie a un effet hypo lipidémique très prononcé par rapport au régime enrichi en huile du cactus.

L'administration des graines pourrait de manière significative diminuer les niveaux des triglycérides et celui des lipides totaux dans le foie. Il n'y a eu aucune variation significative de la composition en acides gras des extraits de foie et de sérum. Plus d'études sont nécessaires pour expliquer les effets hypocholestérolémiques et hypolipidémiques potentiels des extraits de graine et de huile de *l'Opuntia ficus indica* sur les pathologies hypercholestérolémiques [94].

B. POTENTIALITES THERAPEUTIQUES DES AUTRES VARIETES D'OPUNTIA A TITRE COMPARATIF

I. ACTIVITE ANTIDIABETIQUE DE L'OPUNTIA

FULIGINOSA:

Selon l'OMS, le diabète atteint des proportions épidémiques au niveau mondial. Plus de 140 millions de personnes sont diabétiques dans le monde. Les estimations évaluent un nombre de diabétiques dépassant les 300 millions en 2025.

En Tunisie, d'après les statistiques du ministère de la Santé publique, le diabète touche déjà près de 10% des Tunisiens adultes (30 ans et plus), soit près de 400.000 diabétiques. Par ailleurs, les diabétiques de type I, qui ont moins de 20 ans, sont estimés à 25.000. Ce qui ramène le nombre de diabétiques en Tunisie à 425 mille. Au Maroc, il y'a environ 6,6% de diabétiques selon les statistiques du Ministère de la Santé de l'année 2000. Cependant, les spécialistes marocains, les associations d'aide aux malades diabétiques et les laboratoires pharmaceutiques s'accordent à dénoncer l'absence de données épidémiologiques fiables sur la maladie au Maroc en 2011.

Le diabète est traité par thérapie médicamenteuse, régime alimentaire et exercice physique ; cependant les médicaments présentent toujours plusieurs effets indésirables et différentes contre indications. Par ailleurs, un grand nombre de préparations botaniques a été utilisé pendant des siècles pour la gestion de la glycémie, particulièrement dans les pays sous-développés. Le figuier de barbarie est l'une des plantes les plus connues pour son effet

antidiabétique. L'utilisation traditionnelle de l'*Opuntia ficus indica* est venue des tribus mexicaines antiques, comme documenté dans le manuscrit de Florentine S. XVI et par F.Hernandez. Récemment les chercheurs s'intéressent de plus en plus à l'effet thérapeutique du figuier de barbarie.

Une étude [95] portant sur l'évaluation de l'activité hypoglycémiante d'un extrait épuré des cladodes d'*Opuntia fuliginosa* sur des rats rendus diabétiques par la Streptozocine, a montré que la glycémie et l'hémoglobine glycosylée ont été réduites aux valeurs normales par un traitement combiné d'insuline et d'extrait d'*Opuntia fuliginosa*. Quand l'insuline a été retirée du traitement combiné, l'extrait seul de figue de barbarie a maintenu une euglycémie chez les rats diabétiques. La réponse de la glycémie au glucose administré a également prouvé que les rats recevant le traitement de combinaison de l'insuline et de l'extrait des cladodes d'*Opuntia* pendant 7 semaines suivies de l'extrait seul étaient capables d'ajuster rapidement la glycémie au niveau de celle des rats non diabétiques.

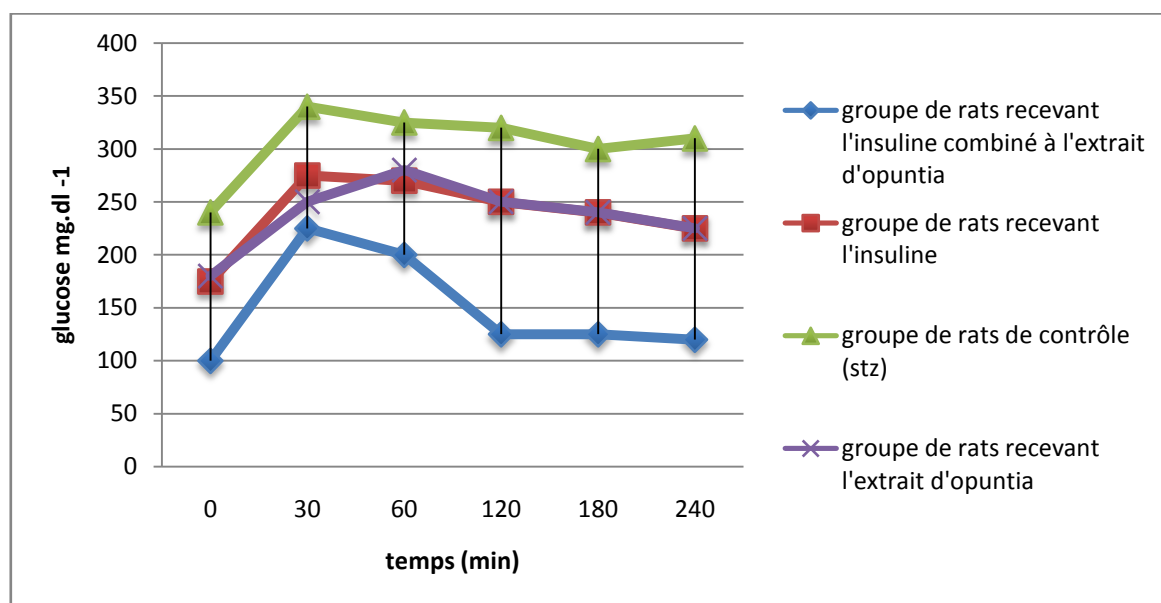


Figure 13 : Tolérance au glucose (voie S.c) chez différents groupes des rats [95]

La même étude rapporte que chez l'homme, la consommation des extraits des cladodes a eu comme conséquence une perte de poids. Les rats diabétiques recevant l'extrait d'*Opuntia fuliginosa* ont conservé un poids corporel régulier, en revanche un amaigrissement est observé chez les rats diabétiques non traités.

Le contrôle du diabète par l'extrait épuré des cladodes d'*Opuntia fuliginosa* ne peut pas être expliqué par son action en tant que fibre diététique, puisque plusieurs études menées à long terme ont conduit à la conclusion que les différentes sources solubles de fibre n'abaissent pas ou ne règlent pas la glycémie [97]. L'hypothèse proposée par Frati-Munari et col. [96], est que l'extrait des cladodes améliore l'utilisation du glucose au niveau cellulaire.

Sachant aussi que le niveau de l'hémoglobine glycosylée des rats diabétiques qui ont reçu l'extrait d'*Opuntia fuliginosa* ou une combinaison d'insuline et d'extrait d'*Opuntia fuliginosa* est revenu aux valeurs normales après la huitième semaine alors que chez les rats diabétiques traités avec l'insuline, seul le taux de l'hémoglobine glycosylée n'a pas été efficacement ramené aux normes. On présume que l'extrait de l'*Opuntia fuliginosa* fonctionne comme coadjuteur d'insuline [99].

D'ailleurs, des lapins pancréatectomisés alimentés des tiges de figue de Barbarie ont montré un taux de glycémie basse [99]. L'essai sous-cutané de tolérance au glucose prouve également que l'insuline et l'extrait d'*Opuntia fuliginosa* administrés aux rats, montre une baisse significative de la glycémie avec des valeurs normales de glycémie dans un délai de 120 mn.

Entre autre des patients diabétiques non insulino-dépendants recevant les tiges fraîches ou cuites de figue de Barbarie ont montré des niveaux plus bas de glycémie mais pas d'effet hypoglycémiant [100].

Une autre conclusion importante de la présente étude est que le contrôle du diabète par un extrait épuré d'*Opuntia fuliginosa* peut être réalisé avec des doses quotidiennes orales dans la gamme de 1 mg/kg du poids corporel [101].

II. ACTIVITE ANTIDIABETIQUE DE *L'OPUNTIA MONACANTHA*

D'autres chercheurs se sont intéressés à l'effet des polysaccharides extraits des cladodes de l'*Opuntia monacantha* (POMC) sur le métabolisme des glucides chez des rats rendus diabétiques à la streptozotocine. Ils comparent son action avec le diméthylbiguanide, par détermination de la glycémie, du cholestérol total, du triglycéride total et du niveau du cholestérol HDL ; les polysaccharides extraits des cladodes ont montré des effets bénéfiques sur l'amélioration du taux des lipides et de la glycémie. Le traitement quotidien à 100-300 mg/kg de POMC pendant quatre semaines a non seulement apporté une diminution significative au niveau de glucose de sang des rats diabétiques, mais également augmenté le niveau du cholestérol HDL.

Comparés aux groupes de rats traités par le diméthylbiguanide, le mécanisme d'action de POMC pourrait être analogue. Le niveau d'insuline chez les rats diabétiques n'a pas été sensiblement affecté par le traitement de POMC et par le diméthylbiguanide d'où on peut conclure que les polysaccharides réduisent l'absorption de glucose intestinal, amplifient la sensibilité à l'insuline par augmentation de la captation et de l'utilisation périphérique du glucose et induit la diminution de la production hépatique du glucose par inhibition de la néoglucogénèse et de la glycogénolyse [102, 103, 104].

III. ACTIVITE ANTIDIABETIQUE *D'OPUNTIA DILLENII*

Une autre étude s'est intéressée à l'effet antidiabétique des polysaccharides de *Opuntia dillenii* sur des souris rendues diabétiques par la streptozotocine. L'administration orale des polysaccharides a diminué de manière significative :

- ✧ la prise de nourriture et d'eau ;
- ✧ la glycémie ;
- ✧ le taux du cholestérol total;
- ✧ le taux des triglycérides ;
- ✧ l'azotémie ;
- ✧ le taux du MDA ;
- ✧ et l'activité du glucose-6-phosphatase (G-6-Pase).

Par contre, il y a eu une augmentation remarquable :

- ✧ du poids corporel;
- ✧ du niveau hépatique du glycogène ;
- ✧ du niveau des lipoprotéines de haute densité ;
- ✧ de la dismutase hépatique de superoxyde ;
- ✧ et de glutathion peroxydase.

Cependant, le taux d'insuline n'a pas augmenté de manière significative chez les souris avec du diabète STZ-induit. L'étude propose l'hypothèse que les polysaccharides d'*Opuntia dillenii* exerce son effet anti hyperglycémiant en protégeant le foie contre des dommages de peroxydation et en maintenant la fonction de tissu, et en améliorant de ce fait la sensibilité et la réponse des cellules de cible chez les souris diabétiques à l'insuline [105].

IV. ACTIVITE ANTIDIABETIQUE DE L'OPUNTIA

HUMIFUSA

Une étude coréenne plus récente [106] a étudié l'effet de l'administration de l'extrait des tiges d'*Opuntia humifusa*(OHSt), sur les rats diabétiques (diabète type I). L'observation des effets n'a pas porté seulement sur la glycémie et la lipidémie mais aussi sur les cellules et les enzymes hépatiques et les tissus pancréatiques.

Quarante rats âgés de six semaines répartis en 5 groupes :

- ✧ le groupe témoin (NC : normal control);
- ✧ les rats diabétiques dont le diabète a été induit à la streptozotocine ;
- ✧ les rats diabétiques traités à 150 mg/kg par d'extrait de cladodes par jour par voie orale (OHSt 150) ;
- ✧ les rats diabétiques traités à 250 mg/kg d'extrait de cladodes par jour par voie orale (OHSt 250) ;
- ✧ les rats diabétiques traités à 500 mg/kg d'extrait de cladodes par jour par voie orale (OHSt 500).

Les tiges d'*Opuntia humifusa* en poudre ont été suspendues en eau distillée et sont administrées par une sonde gastrique. Après 7 semaines de traitement, les niveaux de glycémie et de triglycérides sanguins des groupes traités par les extraits de cladodes étaient sensiblement plus bas en comparaison avec le groupe des rats diabétiques. Le traitement a également eu comme conséquence une diminution significative du cholestérol total et de la lipoprotéine de basse densité, accompagnée d'une augmentation significative en lipoprotéine de haute densité.

En outre, les niveaux de l'aminotransferase d'alanine et de l'aminotransferase d'aspartate étaient sensiblement plus bas chez les rats dans le groupe de rats traités par les tiges que dans le groupe diabétiques non traités. Une augmentation significative du volume des cellules de pancréas des rats traités à 500 mg/kg d'extraits par voie orale a été signalée.

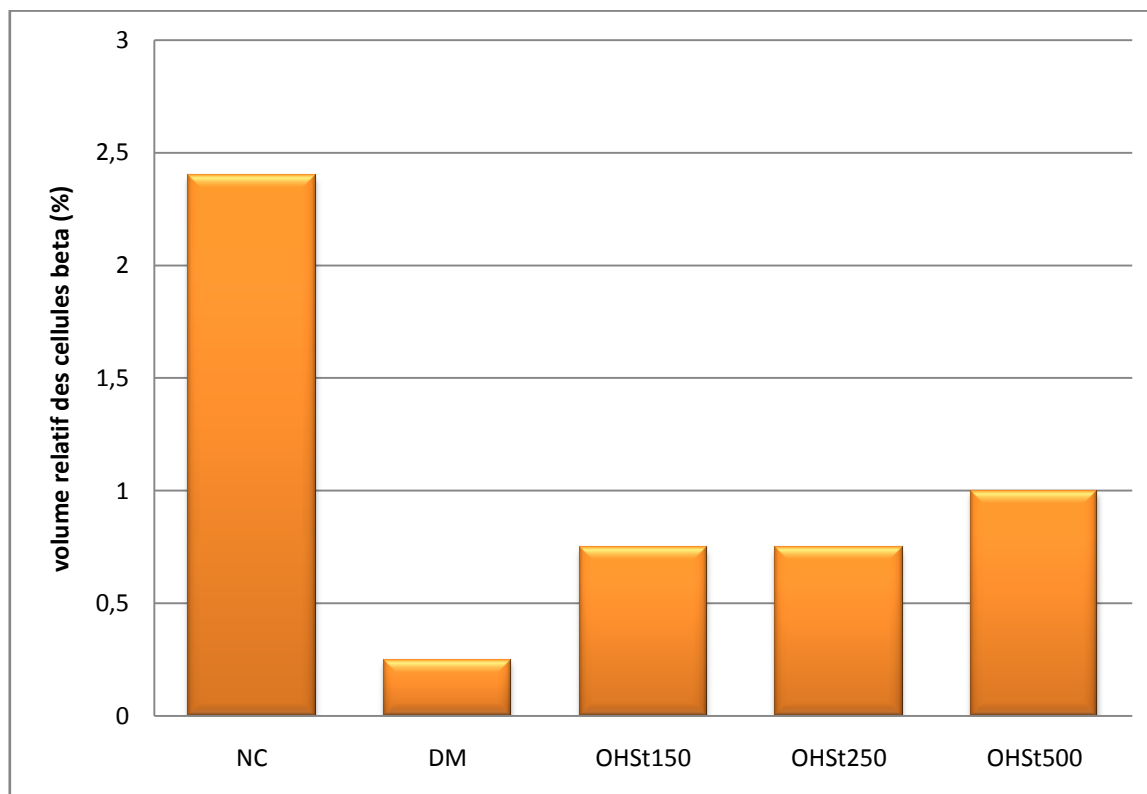


Figure 14 : Volume relatif des cellules beta des pancréas des différents groupes de rats, NC : groupe témoin ; DM : groupe des rats rendus diabétiques à streptozotocine ; OHSt 150 :groupe des rats diabétiques traités à 150 mg/kg d'extrait de cladodes par jour par voie orale; OHSt 250 : les rats diabétiques traités à 250 mg/kg d'extrait de cladodes par jour par voie orale ; OHSt 500 groupe des rats diabétiques traités à 500 mg/kg d'extrait de cladodes par jour par voie orale[106]

Les résultats histologiques des tissus pancréatiques par essai immunohistochimique des rats traités sont positifs pour l'antigène Insuline pour la plupart des cellules beta de Langerhans [106].

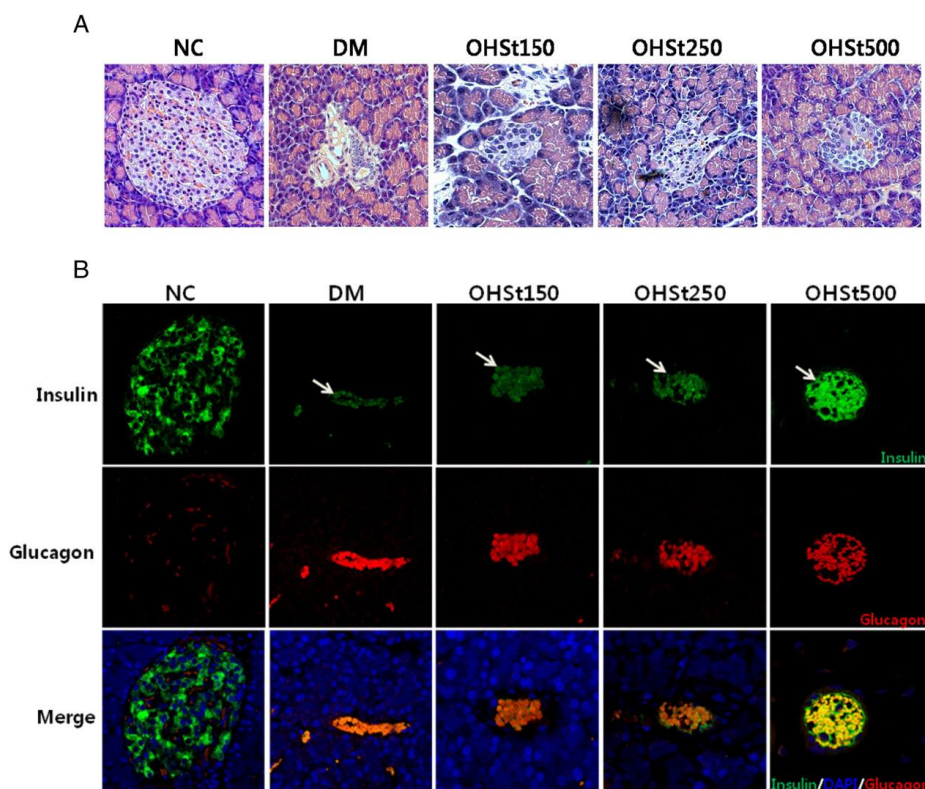


Figure 15: A : Aspect histologique des ilots de Langerhans du pancréas des différents groupes de rats (colorés à l'hématoxyline et l'éosine), B : Représentation au microscope confocal de l'insuline (tâche verte) et du glucagon (tâche rouge) et de l'ensemble des deux (tâche orange à jaune) dans les essais immunohistochimiques réalisés sur le pancréas des rats traités [106]

Les résultats globaux suggèrent que les tiges d'*Opuntia humifusa* possèdent une activité hypoglycémique et hypolipidémique potentielle chez les rats diabétiques [106].

V. ACTIVITE IMMUNOMODULATRICE DE L'OPUNTIA POLYACANTHA

Une étude américaine [107] s'est intéressée aux potentialités thérapeutiques des polysaccharides d'une variété d'*Opuntia* très répandue à l'ouest des états unis et au sud du canada : *Opuntia polyacantha*. L'analyse des effets des polysaccharides de cette variété sur les monocytes et les macrophages humains a démontré que ces derniers possèdent une activité immunomodulatrice puissante, incitant la production d'espèce d'oxygène réactive, le monoxyde d'azote, le facteur de nécrose tumorale alpha (TNF- α) et l'interleukine 6.

L'activité immunomodulatrice des polysaccharides d'*Opuntia polyacantha* semble être positivement corrélée avec leur poids moléculaire moyen, les fractions de poids moléculaires les plus hautes étant les plus actives. Ceci peut être dû à une caractéristique commune des polysaccharides de certaines plantes qui module la fonction de macrophage, telle que l'activité biologique corrélée avec le poids moléculaire pour les polysaccharides isolés de *Juniperus scopolorum* [108], *Tanacetum vulgare* [109] et *Artemisia tripartite* [110].

En général, ces observations suggèrent que les polysaccharides extraits d'*Opuntia polyacantha* ou d'autres plantes puissent activer les macrophages via les récepteurs ou d'autres structures de surface, bien que la nature de ces cibles superficielles soit actuellement inconnue. Des études complémentaires sont nécessaires pour identifier la cible cellulaire de ces polysaccharides et établir la relation entre leur poids moléculaire et leur activité biologique.

En conclusion, la modulation de la fonction des macrophages par les polysaccharides a été obtenue par médiation en partie, par l'activation du NF- κ B. L'étude conclue et supporte l'hypothèse qui suggère que les polysaccharides d'*Opuntia polyacantha* peuvent être utilisés comme un adjuvant immun thérapeutique [107].



Matériels et méthodes

Les enquêtes ethnopharmacologiques concernant l'utilisation thérapeutique des différentes parties du figuier de barbarie, ont été menées en Tunisie et au Maroc.

Le but de notre enquête est de discerner et comparer les utilisations thérapeutiques potentielles de la plante dans les deux pays. Les enquêtes réalisées visaient entre autres à préciser les schémas thérapeutiques exercés par la plante et identifier les parties végétales utilisées.

Les informations ont été obtenues à travers des entrevues avec des herboristes, des consommateurs, des phytothérapeutes et des professionnels de beauté. Les questions posées étaient basées sur une fiche enquête ethnopharmacologique (annexe1).

L'enquête réalisée en Tunisie s'est déroulée auprès des herboristes la ville de Tunis. Au Maroc, les informations étaient essentiellement rassemblées dans la ville de Rabat. Cependant, les consommateurs étaient originaires de différentes villes marocaines et tunisiennes.

Le déroulement de l'enquête a connu quelques difficultés, en effet quelques herboristes dans les deux pays se sont montrés très peu coopératifs et rares sont ceux qui ont accepté de nous fournir les détails nécessaires à l'enquête et de répondre sérieusement aux questions posées.

Les données inscrites sur les fiches de données brutes ont été transférées dans une base de données et traitées par le logiciel de traitement statistique SPSS.



Résultats

Les résultats de l'enquête ont été relativement biaisés par le fait que :

- ✧ Les herboristes préféraient en général garder secrète une grande partie de leur savoir.
- ✧ La quantité exacte de la partie végétale à utiliser au sein d'une préparation n'est jamais précisée ainsi que le temps de la décoction ou l'infusion.
- ✧ Les posologies des préparations ne sont pas précises et varient d'une personne à une autre pour la même recette.
- ✧ La durée des soins est souvent longue, généralement jusqu'à disparition des symptômes.

La plupart de nos consommateurs informateurs sont d'âge souvent mûr et de niveau socio-économique moyen ou modeste.

L'information ethnobotanique rassemblée a été inscrite sur des fiches de données brutes puis transférée dans une base de données, traitée et analysée par SPSS pour obtenir des données standardisées portant sur les aspects suivants en Tunisie et au Maroc :

- ✧ Fréquence d'utilisation thérapeutique du figuier de barbarie selon le profil de l'informateur.
- ✧ Répartition des différentes parties utilisées de la plante.
- ✧ Répartition des différents modes de préparation de la plante en Tunisie.
- ✧ Répartition de différentes voies d'utilisation de la plante.
- ✧ Répartition des différentes indications thérapeutiques du figuier de barbarie.

Résultats de l'enquête :

En Tunisie, nos informateurs sont en grande partie des consommateurs (42.5%), les herboristes représentent 37.5 % et les professionnels de la beauté 20%.

Au Maroc, les consommateurs sont les utilisateurs majeurs du figuier de barbarie au niveau de ses différentes modalités thérapeutiques 60.47%, les herboristes représentent 23.26% et les professionnels de beauté 16.28%.

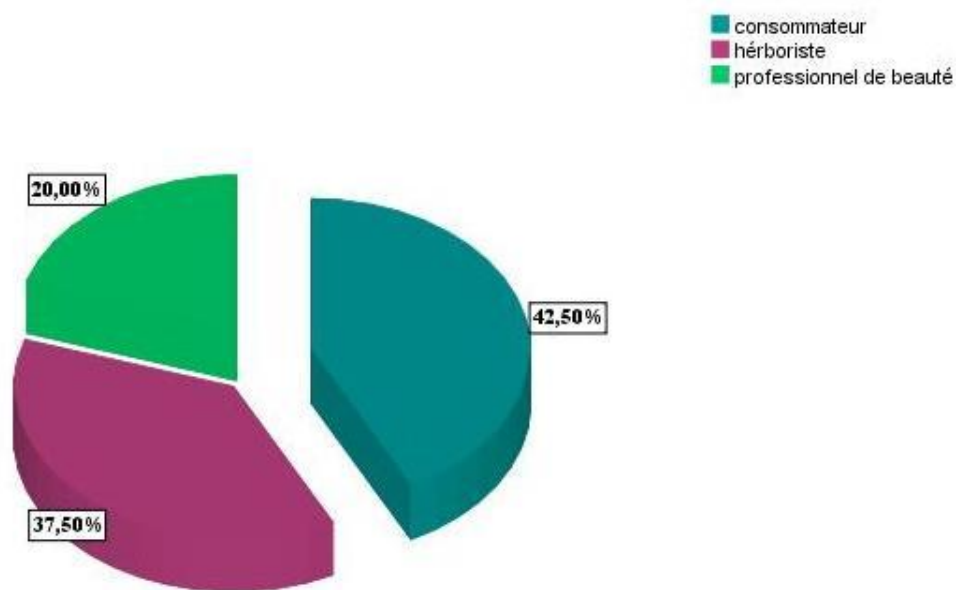


Figure 16 : Fréquence d'utilisation thérapeutique du figuier de barbarie selon le profil de l'informateur en Tunisie.

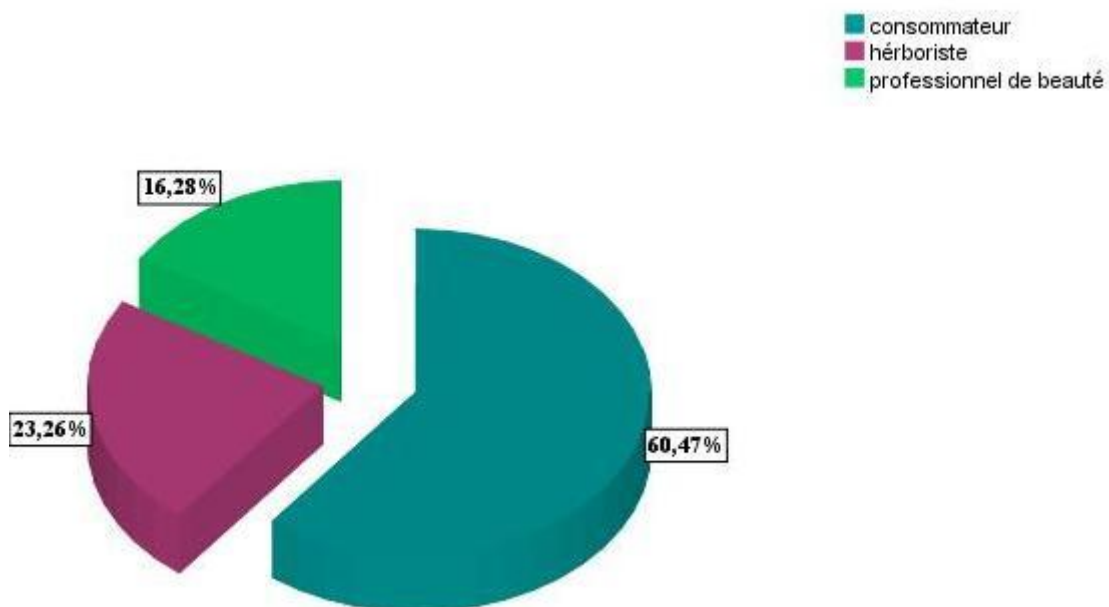


Figure 17 : Fréquence d'utilisation thérapeutique du figuier de barbarie selon le profil de l'informateur au Maroc.

En Tunisie, les fleurs séchées sont la partie de la plante la plus utilisée avec un pourcentage de 62.5%, les raquettes se placent en deuxième position (32.5%), les graines du fruit sont les moins utilisées comme le montre la figure 18.

Au Maroc, les fleurs séchées ou fraîches et les raquettes présentent les parties les plus utilisées de la plante (35.71%), l'huile est utilisée également avec une importante fréquence (28.57%).

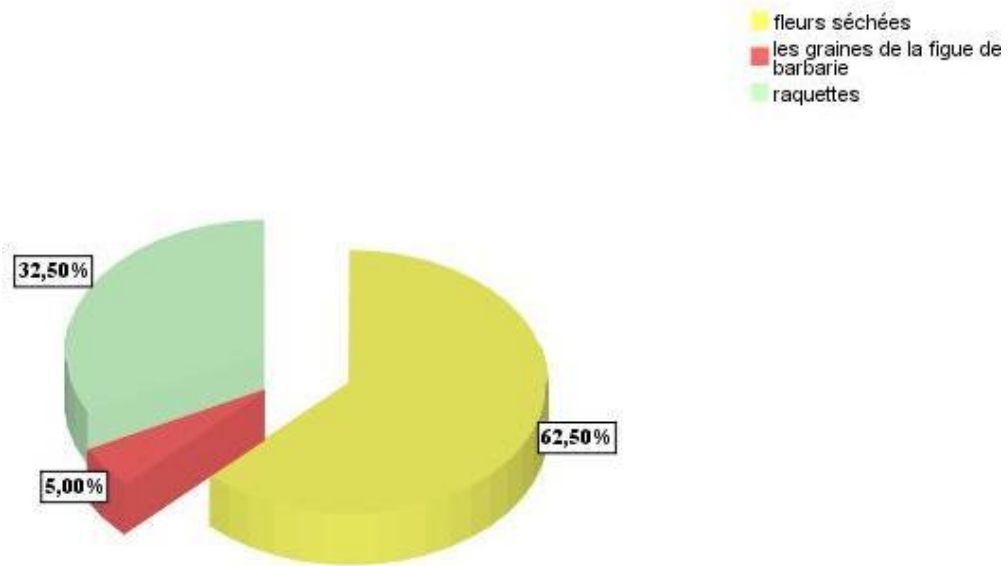


Figure 18 : Répartition des différentes parties utilisées de la plante en Tunisie.

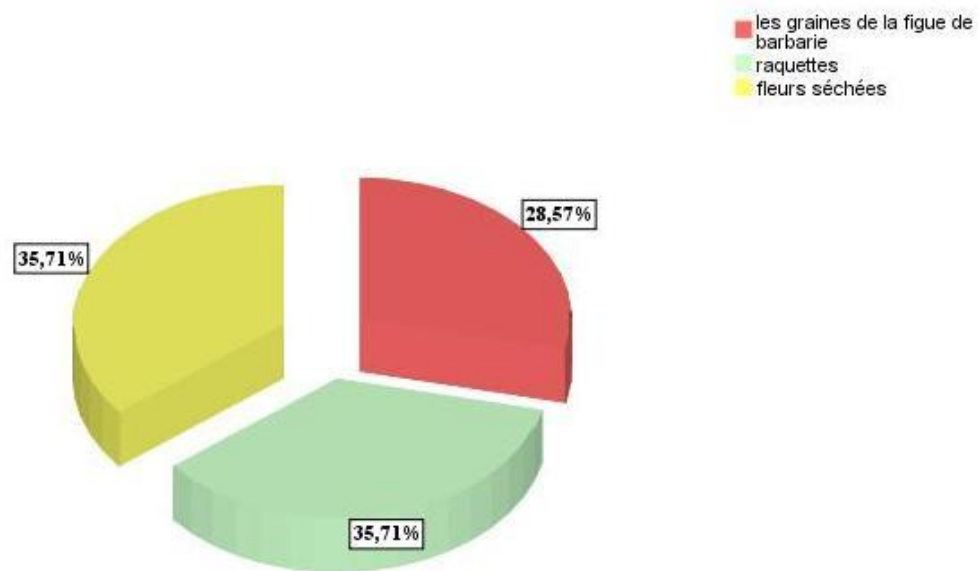


Figure 19 : Répartition des différentes parties utilisées de la plante au Maroc.

L'infusion est le mode de préparation le plus répandu en Tunisie, son utilisation sous forme de pommade ou comme masque capillaire est moins courante. L'huile des graines du figuier de barbarie est la forme la plus utilisée au Maroc, suivie de la décoction et l'infusion.

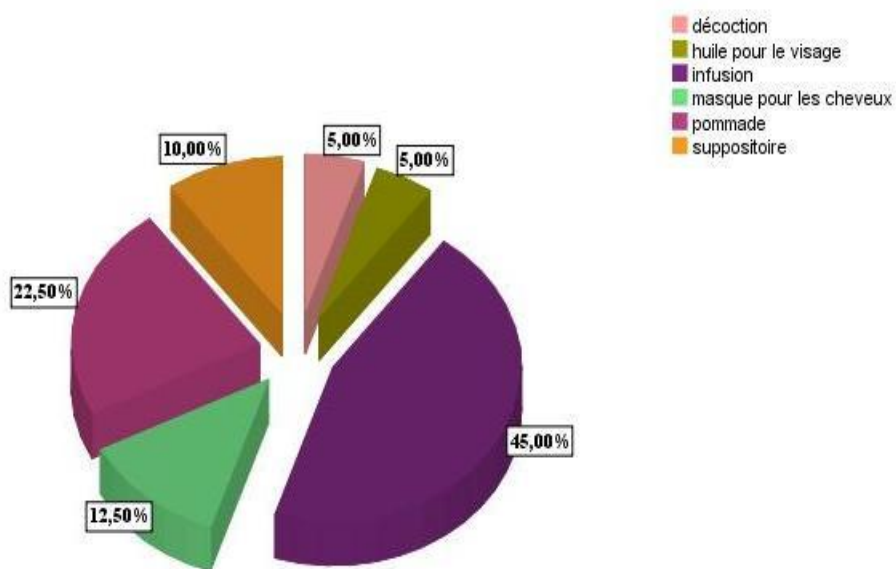


Figure 20 : Répartition des différents modes de préparation de la plante en Tunisie.

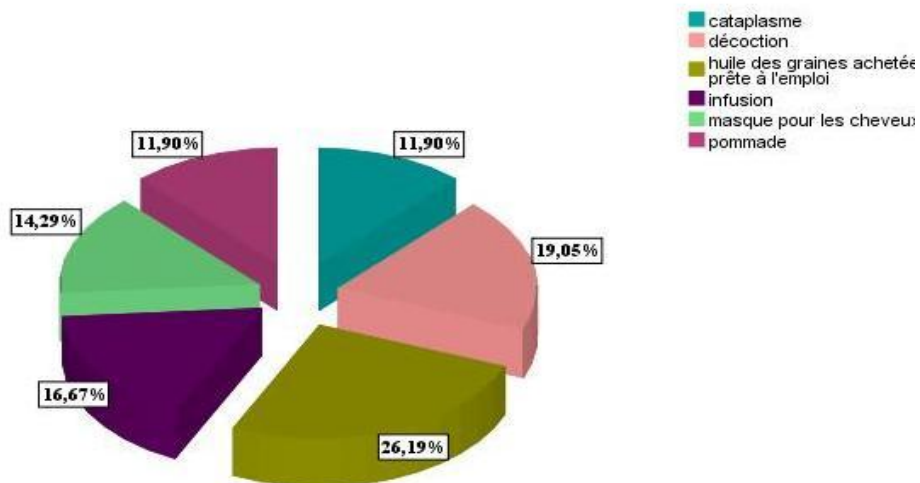


Figure 21 : Répartition des différents modes de préparation de la plante au Maroc.

En Tunisie, la voie orale est la voie d'utilisation la plus fréquente d'*Opuntia ficus indica* sous forme de décoction suivie de la voie cutanée sous forme de pommade et la voie rectale sous forme de suppositoires. Au Maroc, la voie cutanée est la voie la plus dominante de l'utilisation thérapeutique du figuier de barbarie.

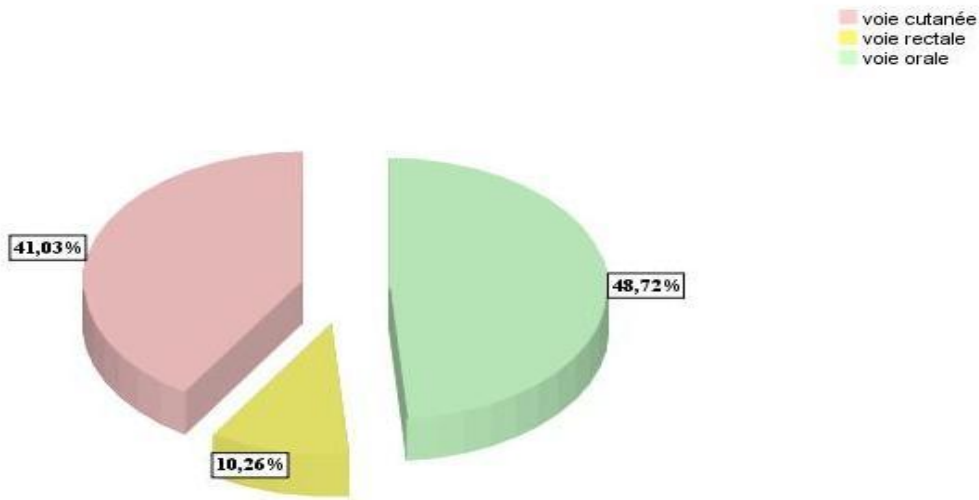


Figure 22: Répartition des différentes voies d'utilisation de la plante en Tunisie.

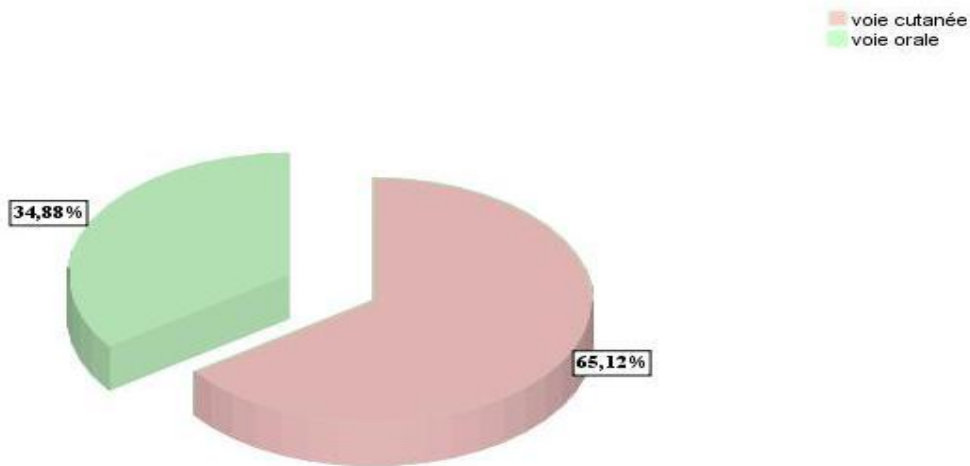


Figure 23 : Répartition des différentes voies d'utilisation de la plante au Maroc.

La figure 24 montre qu'en Tunisie, les fleurs du figuier de barbarie en infusion sont utilisées essentiellement pour leur action antiasthmatique (17.5%), l'extrait des cladodes pour son action anti acnéique sous forme de pommade et anti hémorroïdaire (15%) sous forme de suppositoire. Au Maroc, *l'Opuntia ficus indica* est connu pour ses effets bénéfiques pour la peau, il est majoritairement exploité comme pommade antiride et comme masque contre la chute des cheveux.

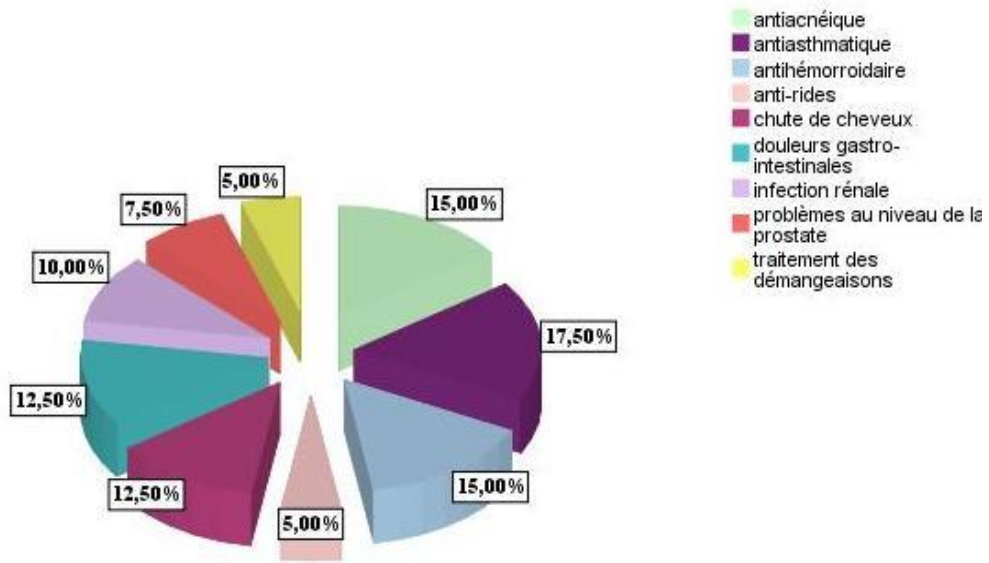


Figure 24 : Répartition des différentes indications thérapeutiques du figuier de barbarie en Tunisie.

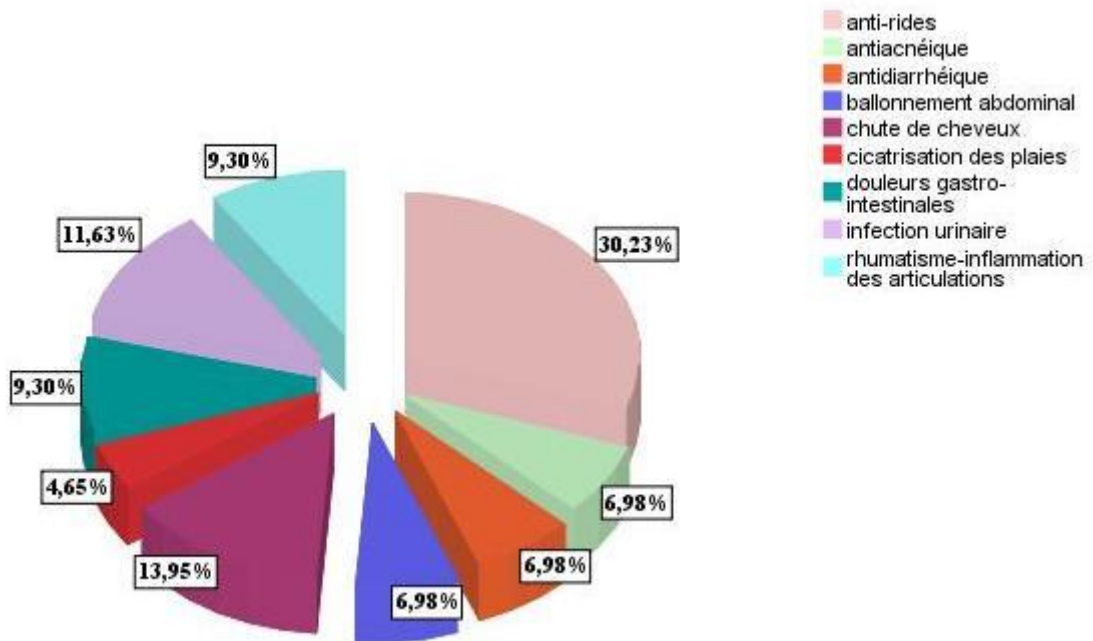


Figure 25 : Répartition des différentes indications thérapeutiques du figuier de barbarie au Maroc.



Discussion

Notre comparaison de cette même espèce, le figuier de barbarie, dans deux pays Maghrébins est basée essentiellement sur la comparaison des vertus thérapeutiques rapportées par l'enquête ethnopharmacologique ainsi que la composition chimique de la plante.

Trois indications potentielles étaient décrites par l'ensemble de nos informateurs tunisiens et marocains. Dix autres indications étaient propres à chaque pays.

D'après notre recherche bibliographique concernant la composition chimique, élément majeur conditionnant l'activité biologique de la plante, les travaux tunisiens rapportent les résultats d'études réalisées sur le figuier de barbarie marocain. Seule la comparaison de la composition des raquettes dans les deux pays a pu être étudiée, en effet quelques différences au niveau de la teneur en glucose, en cendres, en calcium et en phosphores ont été observées.

Cette absence d'études pourrait être à l'origine d'une analogie apparente au niveau de la composition chimique de la plante tunisienne et marocaine.

Les vertus thérapeutiques traditionnelles spécifiques à chaque population peuvent être dues à des facteurs caractéristiques de chaque pays tel que les expériences humaines, la culture pas tout à fait identique, les problèmes de santé spécifiques.

Plusieurs informations transmises d'une génération à une autre peuvent également tomber dans l'oubli.

Il est important aussi de mentionner que le nombre de personnes interrogées (95 personnes) n'est pas suffisant pour discerner toutes les informations nécessaires à une telle comparaison. Il s'agit donc de résultats préliminaires appelés à être élargis afin de vérifier et d'inspecter tout les terrains qui peuvent être utiles à cette comparaison.

En effet, plusieurs recherches et études expérimentales ont été réalisées sur différentes parties du cactus, afin d'évaluer ses vertus thérapeutiques. Ces recherches ont été menées sur des *Opuntias* cultivés dans différents pays.

Les cladodes d'*Opuntia ficus indica* lyophilisés et cultivés en Italie, sont dotés d'une action anti ulcéreuse et chondroprotectrice, les cladodes cultivés en Corée ont montré une activité anti inflammatoire et celle cultivés en Tunisie possèdent une activité anti génotoxique ainsi qu'une action protectrice du foie contre les pesticides organophosphorés.

Les extraits des fruits d'*Opuntia ficus indica* cultivées en Chine montrent une activité anti oxydante, une activité neuroprotectrice pour celles cultivées en Corée, et une activité diurétique et anti urique pour les fruits cultivés en Italie. Les fleurs italiennes préparées en infusion possèdent également une action diurétique.

Les glycoprotéines extraites d'*Opuntia ficus indica* cultivés en Corée sont à l'origine d'une activité anti allergique.

Par ailleurs d'autres variétés d'*Opuntia*, tel que les extraits des cladodes d'*Opuntia monacantha* et *Opuntia dillenii* cultivés en Chine, les extraits des cladodes d'*Opuntia humifusa* originaire du Mexique et *Opuntia fuliginosa* cultivé au Mexique, possèdent une activité anti diabétique importante. Les polysaccharides d'*Opuntia polyacantha* cultivé aux Etats Unis ont une activité immunomodulatrice.

Sachant que les propriétés médicinales des plantes médicinales sont dues à des combinaisons de produits secondaires. Ces produits responsables de la plupart des activités biologiques sont généralement produits par l'association d'un ensemble de facteurs :

- ✧ la pluviométrie
- ✧ l'humidité du sol
- ✧ le climat
- ✧ la température
- ✧ la photopériode et le niveau de la lumière
- ✧ la saison
- ✧ l'exposition aux rayons UV
- ✧ adaptation au stress environnementaux liés aux changements du sol
- ✧ le système de plantation
- ✧ la fertilisation du sol et les conditions culturales
- ✧ les défenses contre les prédateurs
- ✧ l'âge des raquettes

Selon P. Felker et P. Inglese [111], la composition chimique du fruit peut changer selon le stade et la période de la maturation, une comparaison d'un même clone de 12 *Opuntias* cultivés à l'Argentine et en Texas a montré une différence au niveau de la taille. Les fruits argentins étaient plus grandes vu l'humidité plus importante pendant la période de maturation des fruits.

La période de maturation des fruits cultivés en Argentine est de 120 jours alors que celles cultivées en Sicile murissaient entre 70 à 90 jours.

La composition d'huile en acide gras dépend aussi du stade de maturité du fruit développé, la teneur en acides gras saturés augmente en fin de maturation du fruit, d'autres facteurs peuvent influencer la composition d'huile : l'origine géographique de la plante, le climat et la nature du sol entre autres.

Les différences des potentialités thérapeutiques selon la zone géographique pourraient être également attribuées aux différences au niveau des taux de la photosynthèse des cladodes et la translocation des sucres aux fruits.

La saison a un effet important sur la composition chimique de l'*Opuntia* selon Retmal et al (1987) [112], les teneurs les plus élevées en eau, amidon et matières azotées totales ont été observées pendant le printemps chez les jeunes raquettes, alors qu'à la fin de cette saison, les teneurs en cendres, en lipides et en cellulose deviennent plus élevées. Shoop et al (1977) [113] ont observé que la teneur en eau est plus élevée pendant le printemps et son minimum a été enregistré l'hiver. Ben Thlija (1987) [114] a rapporté des teneurs élevées en cellulose pendant le printemps et l'été.

Esteban Velasco et Gallardo Lare (1994) [115] ont affirmé que les teneurs en azote, phosphore et potassium contrairement la teneur en calcium sont plus élevées pendant l'hiver. La tendance pourrait être expliquée par le fait que l'irrigation réduit l'accumulation du calcium au niveau du sol.

L'âge des raquettes affecte également la valeur nutritive, celle des raquettes terminales est plus importante que celle des raquettes subterminales. Ceci est attribué à l'activité métabolique élevée des jeunes raquettes [116]. Retamal et al. (1987) [112] et Tegegne (2001) [117] ont constaté que les jeunes raquettes ont des concentrations plus élevées en N, K et Mn et renferment moins de Ca, Na et Fe que les raquettes âgées.

Esptein (1972) [118] a affirmé que le calcium et le fer ne sont pas très mobiles et s'accumulent dans les tissus les plus âgés.

De plus, au Vu des 300 espèces d'*Opuntias* existants dans la nature, une grande variabilité génétique s'impose, une meilleure compréhension des interactions génotypes environnement et zone géographique en termes de composition chimique et principes actifs pourraient permettre une meilleure définition des paramètres influençant les vertus thérapeutiques des *Opuntias*.

Finalement, ces paramètres différents selon la zone géographique conditionnent la qualité, la composition chimique des fruits, des tiges et des fleurs et ainsi les propriétés pharmacologiques du figuier de barbarie. Néanmoins, la comparaison des ces propriétés selon leur origine ne peut pas être une valeur sûre, puisque cette comparaison a fait l'objet de peu d'études qu'il serait opportun de développer aujourd'hui.

Concernant l'enquête ethnopharmacologique menée essentiellement auprès de quatre profils d'informateurs, herboristes, phytothérapeutes, professionnels de beauté, et consommateurs, les résultats des données montrent qu'en Tunisie et au Maroc, la population locale est l'informateur qui utilise le plus spontanément le figuier de barbarie pour ses vertus thérapeutiques. Sa prescription par les herboristes est moins importante. Les professionnels de beauté viennent en troisième position, tandis que les phytothérapeutes ne prescrivent aucune partie de la plante pour aucun traitement.

Les consommateurs interrogés sont dans la plupart des cas des personnes âgées. En effet, la connaissance des usages des plantes médicinales et leurs propriétés est généralement acquises suite à une longue expérience accumulée et transmise d'une génération à l'autre; la transmission de cette connaissance est en danger actuellement parce qu'elle n'est pas toujours assurée [119].

L'analogie de fréquence d'utilisation thérapeutique du figuier de barbarie par la population locale dans les deux pays est due essentiellement aux cultures berbères ancestrales communes, même si cette culture est moins présente dans la société tunisienne d'aujourd'hui par rapport au Maroc [120].

Dans les deux pays, les fleurs sont la partie de la plante la plus exploitée pour ses propriétés pharmacologiques. Au Maroc les raquettes ont la même fréquence d'usage que les fleurs, contrairement à leur fréquence d'utilisation plus faible en Tunisie.

Les graines du fruit présentent la partie la moins utilisée par les consommateurs, elles sont à l'origine de la production de l'huile de l'*Opuntia*, un produit cher et couteux. L'huile essentielle des graines est actuellement extraite par des associations de producteurs et des petites sociétés privées dans certaines régions du Maroc et de la Tunisie. Les bouteilles d'huile sont exposées dans les manifestations nationales, régionales et quelques boutiques de parapharmacie et le marketing du produit pour le marché étranger se fait souvent par internet [34].

Les modes de préparation les plus utilisés par les informateurs des deux pays sont les décoctions, infusions, pommades, masques capillaires et huile des graines de fruit. La majorité des traitements est donc administrée par voie orale et cutanée. La voie rectale se rencontre spécifiquement en Tunisie où les fleurs sont utilisées pour préparer des suppositoires. Au Maroc, les raquettes sont préparées en cataplasme.

Au Maroc l'huile des graines du figuier de barbarie est le mode de préparation qui a le plus de succès, tandis qu'en Tunisie l'infusion est plus répandue. L'utilisation de l'huile est très récente dans les deux pays, sachant qu'au Maroc l'exploitation du figuier de barbarie a débuté bien avant la Tunisie.

L'infusion et la décoction sont les deux modes de préparation majoritaires pour extraire les principes actifs des fleurs du figuier de barbarie.

En Tunisie et au Maroc, l'infusion et la décoction des fleurs séchées ou fraîches sont utilisées pour le traitement des douleurs gastro-intestinales. La décoction des fleurs en Tunisie est également utilisée pour soigner les infections rénales, au Maroc, elle est prescrite comme anti diarrhéique et pour le traitement des infections urinaires.

En Tunisie, l'infusion des fleurs est indiquée aussi pour le traitement des hémorroïdes, de l'insuffisance rénale, des problèmes de prostate, de l'asthme. Au Maroc, elle est préparée également comme anti diarrhéique et pour soigner les infections urinaires.

Les fleurs séchées préparées de la même façon ne semblent pas avoir les mêmes indications pharmacologiques dans les deux pays, ce qui nous laisse penser qu'il existerait une différence au niveau de la composition chimique de la fleur selon le chémotype. Cela est difficilement vérifiable par manque d'études sur la composition des fleurs d'origine tunisienne. Cette différence au niveau des préparations des fleurs peut être expliquée aussi par un choix de l'utilisateur au niveau du ciblage du principe actif recherché, puisque l'infusion permet l'expression et l'extraction de certains principes actifs que la décoction ne permettra pas.

La décoction, employée normalement pour les parties dures de la plante (racines, rhizomes, tiges, écorces), serait choisie également afin de permettre la destruction par la chaleur de l'eau certains composés indésirables pour soigner l'indication thérapeutique ciblée.

Les différentes parties de l'*Opuntia ficus indica* sont utilisées traditionnellement, en Tunisie et au Maroc pour le traitement des douleurs gastro-intestinales, comme antirides et contre la chute de cheveux.

Des indications spécifiques et propres à chaque pays se profilent alors, au Maroc les différentes parties du figuier de barbarie sont utilisées en tant que anti acnéique, anti diarrhéique, cicatrisant, anti rhumatismal et pour le traitement des infections urinaires.

En Tunisie, elles sont indiquées comme anti asthmatique, anti hémorroïdaire, pour traiter les infections rénales, pour le traiter les problèmes au niveau de la prostate et contre les démangeaisons.


L'activité anti rides, à l'origine de l'activité anti-oxydante de l'huile des graines du fruit de l'*Opuntia ficus indica* a été vérifiée et publiée par plusieurs études. D'après notre recherche bibliographique [62], le jus du fruit cultivé au Maroc est doté d'une activité anti-oxydante. Les composés phénoliques, flavonoïdes et pigments de types bétalaines possèdent des activités anti-radicalaires plus importantes que celle de la vitamine C. Les jus bruts présentent des activités plus élevées que celles des composés qui les constituent.

L'utilisation traditionnelle des raquettes en cataplasme pour leurs activités anti rhumatismale et anti inflammatoire est également vérifiée [84], les expérimentations viennent confirmer que les extraits des cladodes d'*Opuntia ficus indica* possèdent un effet protecteur dans le changement de cartilage lors de la dégénération des chondrocytes.

Les composés actifs principaux des raquettes sont des polysaccharides qui accélèrent le processus de réparation dans tout le tissu osseux, l'étude présume que l'extrait lyophilisé des cladodes d'*Opuntia ficus indica* pourrait fournir une approche alternative à la maladie osteoarticulaire.

L'activité des raquettes, connues en Tunisie pour leurs actions contre les démangeaisons de la peau, a été rapportée par une étude coréenne [83], les démangeaisons apparaissent à cause de l'interaction entre la couche cornée, les terminaisons nerveuses libres et les mastocytes après une irritation de la peau. Les résultats de cette étude suggèrent que la glycoprotéine extraite des cladodes du figuier de barbarie possède un rôle efficace dans la prévention ou le traitement des maladies allergiques dépendantes de l'activation des cellules mastocytaires.

Néanmoins, ces études qui viennent confirmer l'usage thérapeutique traditionnel des raquettes par nos informateurs ont été réalisées sur des raquettes cultivées en Italie et en Corée et puisque la zone géographique influe la composition chimique de la plante et donc ses activités biologiques, les activités des raquettes du figuier de barbarie tunisien et marocain gagneraient évaluées de la même façon.



Conclusion et perspectives

Opuntia ficus indica, cette plante largement connue et pourtant méconnue a fait l'objet de plusieurs études dans le monde entier qui lui ont conféré plusieurs potentialités thérapeutiques intéressantes.

Les extraits des raquettes, ou des cladodes, possèdent une activité anti inflammatoire, anti allergique, anti ulcéreuse, chondroprotectrice, antigénotoxiques et semblent avoir une action hépatoprotectrice contre les pesticides organophosphorés. Le fruit, son jus et l'huile des ses graines sont à l'origine d'une activité anti oxydante. L'huile des graines possède une action diététique. Le fruit possède également une activité neuroprotectrice et diurétique. Les fleurs ont montré une activité diurétique intéressante.

D'autres variétés d'*Opuntia*, tel que les extraits des cladodes d'*Opuntia monocantha*, *Opuntia dillenii*, *Opuntia humifusa* et *Opuntia fuliginosa*, possèdent une activité anti diabétique importante. Les polysaccharides d'*Opuntia polyacantha* ont une activité immunomodulatrice.

L'ensemble des utilisations thérapeutique traditionnelles des différentes parties de *l'Opuntia ficus indica*, correspond majoritairement aux résultats des recherches réalisées sur le figuier de barbarie cultivé dans différents pays du monde.

La comparaison des vertus thérapeutiques de la plante en Tunisie et au Maroc montre une grande ressemblance au niveau des différents schémas thérapeutiques proposés, et les différences rapportées peuvent être dûes à un ensemble de facteurs propres à chaque pays.

Ce travail ouvre un certain nombre de perspectives :

- ✧ La composition chimique des différentes parties de *l'Opuntia ficus indica* cultivé en Tunisie doit être étudiée afin de pouvoir la comparer avec celle de la plante cultivée au Maroc.
- ✧ Afin d'améliorer les données de l'enquête ethnopharmacologique, il serait préférable de cibler des régions où le figuier de barbarie constitue un élément majeur et distinctif.
- ✧ Les schémas thérapeutiques proposés par l'ensemble de nos informateurs présentent un sujet d'étude et de recherche intéressant qui permettra la vérification des propriétés pharmacologiques du figuier de barbarie et la découverte de nouvelles molécules actives qui pourraient en être extraites.



Annexes

Fiche enquête ethno pharmacologique (Annexe1)

Profil de l'informateur :

Herboriste

Phytothérapeute

Professionnel de beauté

Consommateur

Autre :

Utilisation thérapeutique du figuier de barbarie :

Indication thérapeutique :	Partie utilisée de la plante :	Mode de préparation :	Voie d'utilisation et dosage :

- ✓ Problèmes rencontrés :
- ✓ Associations déconseillées :
- ✓ Types de clients :

Autres remarques :



Résumés

RESUME

Titre : Potentialités thérapeutiques d'*Opuntia ficus indica* au Maroc et en Tunisie.

Auteur : OUMAYA BHIRA

Mots clés : *Opuntia ficus indica*, potentialités thérapeutiques, enquête ethnopharmacologique, Maroc, Tunisie.

L'ethnopharmacologie est une discipline qui s'inspire des savoirs traditionnels des différents peuples et culture à des fins thérapeutiques. Elle présente un moyen de découverte de nouveaux principes actifs.

L'*Opuntia ficus indica*, présente largement dans le milieu rural tunisien et marocain, est utilisée fréquemment par la population locale pour ses vertus thérapeutiques. Notre enquête ethnopharmacologique a été réalisée dans ces deux pays maghrébins, afin de comparer l'utilisation thérapeutique par les deux populations, elle a été menée auprès des herboristes, des consommateurs, des professionnels de beauté et des phytothérapeutes.

Quelques indications thérapeutiques rapportées ont été vérifiées par plusieurs études scientifiques. D'après la bibliographie, les extraits des raquettes ou des cladodes possèdent une activité anti inflammatoire, anti allergique, anti ulcéreuse, chondroprotectrice, antigénotoxiques et semblent avoir une action hépatoprotectrice contre les pesticides organophosphorés. Le fruit, son jus et l'huile des ses graines portent une activité anti oxydante. L'huile des graines possède une action diététique. Le fruit possède également une activité neuroprotectrice et diurétique. Les fleurs ont montré également une activité diurétique intéressante.

L'analyse des résultats traités par SPSS ont montré une ressemblance au niveau des différentes indications thérapeutiques proposées par nos informateurs marocains et tunisiens. Des différences ont été notées, probablement dues à un ensemble de facteurs propres à chaque pays. Cependant la comparaison des aspects pharmacologiques de la plante dans les deux pays nécessite encore une étude complète sur l'identification et les dosages des principes actifs contenus dans le figuier de barbarie tunisien.

ABSTRACT

Title: Therapeutic virtues of *Opuntia ficus indica* in Morocco and Tunisia.

Author: OUMAYA BHIRA

Keywords: *Opuntia ficus indica*, therapeutic virtues, ethnopharmacological investigation, Morocco, Tunisia.

The ethnopharmacology is a discipline inspired of traditional knowledge of ethnic population and different culture for therapeutic purposes. It presents a way to discover new actives substances.

The *Opuntia ficus indica*, widely presents in the Tunisian and Moroccan rural environment is frequently used by the local population for its therapeutic virtues. Our ethnopharmacological investigation was realized in this both North African countries of the Maghreb, to compare the therapeutic use by both populations. It was led with the chemists, the consumers, from professionals of beauty and the medical herbalists.

Some therapeutic indications reported were verified by several scientific studies. According to the bibliographical research, the extracts of cladodes possess an anti inflammatory activity, anti allergic, anti ulcer, chondroprotective, antigenotoxic and seems to have a hepatoprotective action against organophosphate. The fruit, the juice made of the fruit and the oil extracted of the seeds have an antioxidant activity. The oil extracted of the seeds has a dietary action, while he fruit also possesses a neuroprotective and diuretic activity. The fruit has also neuroprotective activity and diuretic. The flowers also showed interesting diuretic activity.

The analysis of the results treated by SPSS showed a resemblance in different indications given by our Tunisian and Moroccan informants in both countries. Differences were also noted and are probably due to a set of factors specific for every country. However the comparison of the pharmacological aspects of the plant in both countries still requires a complete study on the identification and dosages of actives substances contained in the Tunisian the prickly pear.

ملخص

العنوان: الخصائص العلاجية لابنسيا فيكوس انديكا في المغرب وتونس.

من طرف: أمية بحيرة

الكلمات الأساسية: الكلمات المفتاحية: الابنسيا فيكوس انديكا، الخصائص العلاجية، البحث الانتفرمكلوجي، تونس، المغرب.

الانتوفر مكلوجيا هي علم يستلهم من معارف و مكتسبات مختلف الشعوب و الثقافات لاكتشاف مواد فاعلة جديدة. الابنسيا فيكوس انديكا أو التين الشوكي، نبتة طبية متواجدة بكثرة على نطاق واسع في الأوساط الريفية التونسية و المغربية، استخدمت من قبل السكان المحليين لكثرة خصائصها العلاجية. البحث الانتوفر مكلوجي الذي اجري في بلدين من المغرب العربي: تونس و المغرب للمقارنة بين الاستخدام العلاجي من قبل سكان كلا البلدين. بحثنا الميداني اجري بمساعدة كل من العشابين و المستهلكين من مختلف الأعمار، الأطباء المختصين في التداوي بالأعشاب و مهنيو التجميل.

بعض الخصائص العلاجية المتداولة و وقع تداولها و التحقق منها عبر عدة دراسات علمية في مختلف انحاء العالم. وفقا لهذه الدراسات، ألواح التين الشوكي تملك خصائص تجعلها مضادة للالتهاب و الحساسية، توفر حماية للمعدة ضد القرحة، تحمي الخلايا الغضروفية، تحمي الجينات من الطفرات كما تملك خاصية حماية الكبد من المبيدات العضوية الفسفورية. فاكهة التين الشوكي و عصيره و زيت بذوره يمتازون بنشاط مضاد للأكسدة. زيت البذور يمتاز بنجاعته في الحميات الغذائية. الزهور كذلك تتمتع بخصائص مثيرة للاهتمام كنشاطها كمدد للبول.

بعد معالجة المعلومات التي جمعناها بواسطة SPSS، أظهرت النتائج تشابه في مختلف الاستعمالات العلاجية المتداولة في كل من تونس و المغرب. بيد أن بعض الاختلافات لوحظت قد يكون أغلبها راجعا لمجموعة من العوامل الخاصة بكل بلد. المقارنة بين الفوائد و الخصائص الدوائية لابنسيا فيكوس انديكا في كلا البلدين لا يزال يحتاج إلى دراسة شاملة لتحديد المكونات الفاعلة في التين الشوكي التونسي.



Références bibliographiques

- [1] **Potier P. Le magasin du Bon Dieu, Paris : ed. JC Lattès ; 2001 ; p 283.**
- [2] **Pelt J.M.** Les vertus des plantes. France : ed du Chêne ; 2004; p 183.
- [3] **Mazars G, Nastari-Micheli E, Mazars C.** Médecine traditionnelle chinoise. Recherches ethnopharmacologiques sur les insectes et autres arthropodes : l'intérêt de la pharmacopée chinoise traditionnelle. Dossier spécial Médecines asiatiques. *Ethnopharmacologia* 2004 ; 34 ; 13-22.
- [4] **Fleurentin J.** La pharmacopée. Les plantes de la pharmacopée chinoise. Dossier special: Médecines asiatiques. *Ethnopharmacologia* 2004; 34; 23-25.
- [5] **Dong Y.L, He L.C, Wang H.H, You H.S, Wu J.F.** Effect of taspine hydrochloride on skin wound healing in rats and its mechanism. *Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao* 2005; 3; 38 6-90 (abstract).
- [6] **Zhao J, Zhao L, Chen W, He L, Li X.** Taspine downregulates VEGF expression and inhibits proliferation of vascular endothelial cells through PI3 kinase and MAP kinase signaling pathways. *Biomedicine & Pharmacotherapy, In Press, Uncorrected Proof, Available online 22 August 2007.*
- [7] **Fournet A, Barrios A.A, Muñoz V, Hocquemiller R, Cavé A, Bruneton J.** 2-substituted quinoline alkaloids as potential anti leishmanial drugs. *Antimicrobial Agents Chemotherapy* 1993; 37; 859–863.

- [8] **Fournet A, Ferreira M.E, Rojas De Arias A, Torres De Ortiz S, Fuentes S, Nakayama H, Schinini A, Hocquemiller R.** In vivo efficacy of oral and intralesional administration of 2-substituted quinolines in experimental treatment of new world cutaneous leishmaniasis caused by *Leishmania amazonensis*. *Antimicrobial Agents Chemotherapy* 1996; 40; 2447-2451.
- [9] **Rodriguez E, Aregullin M, Nishida T, Uehara S, Wrangham R, Abramowski Z, Finlayson A, Towers G.H. Thiarubrine A.** A bioactive constituent of *Aspilia* (Asteraceae) consumed by wild chimpanzees. *Experienta* 1985; 41; 419-420.
- [10] **Krief S, Martin M.T, Grellier P, Kasenene J, Sévenet T.** Novel anti malarial compounds isolated in a survey of self-medicative behavior of wild chimpanzees in Uganda. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 2004 ; 48 ; 3196-3199.
- [11] **Dos Santos J.R, Fleurentin J.** L'ethnopharmacologie: une approche pluridisciplinaire. Actes du 1er colloque Européen d'Ethnopharmacologie, Metz 22-25 mars 1990. Société Française d'Ethnopharmacologie, ORSTOM.
- [12] **Nicola S.J.P.** Plantes médicinales des Mayas Kiché du Guatemala Ibis Press, Paris, 1999, 310 p.

- [13] **Riviere C, Nicolas J.-P, Caradec M.L, Desirea O, Hassan D.A, Remy G, Delelis A, Dupont F.** Importance de l'identification botanique dans la démarche ethnopharmacologique : Cas d'une Bignoniaceae malgache : *Perichlaena richardii* Baill. *Acta Botanica Gallica* ; 2005. 152 (3), 377-388.
- [14] **Bruneton J,** 1999. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. Paris : ed. Tec & doc-Lavoisier ; 1999. p 1120.
- [15] **15 Gaziano J.M, Buring J.E, Breslow J.L, Goldhaber S.Z, Rosner B, VanDenburgh M, Willett W, Hennekens C.H.** Moderate alcohol intake, increased levels of high-density lipoprotein and its subfractions, and decreased risk of myocardial infarction. *New England Journal of Medicine* ; 1993 ; 329:1829-1834.
- [16] **Bouchray N,** Soins des leishmanioses dans le sud du Honduras, une alternative : *Clematis dioica*. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie, université de LILLE 2, Faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques, 2007, p 5-10.
- [17] **Barbera G.** History Economic and Agro-ecological importance. In: Barbera G, Inglese P. et Pimienta-Barrios G. *Agro-ecology Cultivation and uses of Cactus Pear*. FAO Plant Production paper; 1995; 132; 1-8.
- [18] **Ibrahim M.A.** Figue de barbarie, sa culture et sa production. Alexandrie: ed Hezi J ;1998 ; 2-45.
- [19] **Le Houérou,H.N.** The role of cacti (*Opuntia spp.*) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. *Journal of Arid Environments*; 1996; 33; 135-159.

- [20] **Nefzaoui A, Ben Salem H.** *Opuntiatiae*: A strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the WANA region. Cactus Net Newslett; 2000; 2–24
- [21] **Nefzaoui A, Ben Salem H.** Forage, fodder and animal nutrition. Cacti Biology and Uses. 2001; 199–210.
- [22] **Boujghagh M, Chajia L.** Genetic variation within different Cactus ecotypes of Moroccan origin. IVth internat. Congress Cactus Pear and Cochineal and the IVth general Meeting FAO-CACTUSNET. Hammamet, Tunisia; 2000.
- [23] **Arba, M.Dellahia** a cactus pear cultivar from the Mediterranean coast of northern Morocco. Acta horticulturae; 2006; 728; 37-41.
- [24] **Scheinvar, L.** Taxonomy of utilized *Opuntias*. Agro ecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO plant production and protection; 1995; 1326; 20-27.
- [25] **Habibi Y,** contribution à l'étude morphologique, ultra structurale et chimique de la figue de barbarie, les polysaccharides pariétaux : caractérisation et modification chimique, thèse de doctorat Université Joseph Fourier, Grenoble 2004.
- [26] **M. Labra, F. Grassi, M.Bardini, S. Imazio, A. Guiggi, S. Citterio, E. Banfi, S. Sgorbati,** Genetic relationship in *Opuntia Mill.* Genus (cactaceae) detected by molecular marker; Plant science; 2003; 165: 1129-1136.

- [27] **Abidi S.** Potentiel nutritionnel de quelques géotypes de cactus et voies d'amélioration et d'utilisation en alimentation animale, Institut National Agronomique de Tunisie, université du 7Novembre de Carthage, 2010, 12-16.
- [28] **Nerd A, Karadi A, Mizhari Y.** Plant soil; 1991; 137 (2): 201-207.
- [29] **29 Helmuth G.Z ; Granata, G.** Insect Pests and diseases. Cacti Biology and uses; 1997: 235-254.
- [30] **A. Cassas, G. Barbera ;** CACTI ; 2002 : 159-160.
- [31] **Arba M; BenIsmail M C; Mokhtari M.** The cactus pear (*Opuntia* spp.) in Morocco: Main species and cultivar characterization. Acta Horticulturae ; 2002 ; 581 : 103-109.
- [32] **Arba M,** Le cactus *Opuntia*, une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc, Symposium international « Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED). Rabat ; Maroc ; 2009 : 219-223.
- [33] DGPA direction générale de production agricole. Ministère de l'agriculture et de ressources hydrauliques. Tunis ; 2007.
- [34] **Bel Akhel M , Werfelli M, Abd El Kafi K ,** culture du figuier de barbarie et la production des fruits, Agence de vulgarisation et de la formation agricole. Tunis; 2001; 3-25.
- [35] **C. Saenz,** Processing technologies: An alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes, Journal of Arid Environments; 2000; 46: 209-225.

- [36] **E. Espirad**, Introduction à la transformation industrielle des fruits ; 2002 : 160-161.
- [37] **A. Piga**. Cactus pear: A fruit of Nutraceutical and Functional Importance, J.PACD; 2004:9-22. (www.jpacd.org)
- [38] **J.A.Fernandez-Lopez, R. Castellar, J.M. Obon, L. Alméla**, Screening and mass-spectral confirmation of betalans in cactus pear, chromatographia; 2002; 56: 591-595.
- [39] **R. Castellar, J.M. Obon, M. Alacid, J.A. Fernandez-Lopez**. Color properties and stability of betacyanins from *Opuntia* fruits, J.Agric. Food chem.; 2003; 51: 2772-2776.
- [40] Valorisation du figuier de barbarie en élevage, Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, transfert de technologie en agriculture, N°60 ; 2000. (www.iav.ac.ma)
- [41] **C. Saenz, E. Sepulveda, B. Matsuhiro**, *Opuntia* spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives, Journal of Arid Environments; 2004; 57 : 275-290.
- [42] **L. Medina Torres, E. Brito De La Fuente, B. Torrestiana-sanchez, R. Katthain**. Rheological properties of the mucilage gum (*Opuntia ficus indica*), Food Hydrocolloids; 2000; 14: 417-424.
- [43] **V. Del Vall, P. Hernandez Munoz, A. Guarda, M.J. Galotto**. Development of a cactus mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life, Food chemistry; 2005; 91: 571-756.

- [44] **P. L. Lambdin, G. P. Aquino, J.F. Green, M. Soto-Hernandez.** Synopsis of carmine acid biosyntheses, *Cactus net*, 2002; 7: 11-15.
- [45] **Leuttge, U.** *New Phytologist* ; 1993 ; 125(1): 59-71.
- [46] 46 Poupon, J.E. Cactus et ressources fourragères. Dans amélioration et aménagement des parcours forestiers ; 1975.
- [47] **R. Lamghari El Kossori, C. Villaume, E. El Boustani, Y.Sauvaire, L. Méjean.** Composition of pulp, skin and seeds of prickly pear fruit (*Opuntia ficus indica* sp.), *Plant Foods for Human Nutrition*, 1998, 52, 263-270.
- [48] Nouveaux aliments pour les ruminants à base de fruits de cactus, ministère de l'agriculture et de la pêche maritime, royaume du Maroc, N°176/MAI ; 2009.
- [49] **Arba, M.** Techniques de valorisation industrielle des figues de barbarie. In : Le cactus (l'*Opuntia* à fruit comestible) appelé communément figuier de barbarie. Acte de la deuxième journée nationale sur la culture du cactus. El Kalaa des Sragna. Maroc; 2000: 8-14.
- [50] **A. Nefzaoui and H. Ben Salem,** *Opuntiae: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the wana region*, Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie. Rue Hédi Karray, Ariana 2049, Tunisie. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/PUBLICAT/Cactusnt/cactus2.htm>
- [51] **Gerber, M. et Corpet, D.E.** Alimentation méditerranéenne et santé. *Med. Nut*, 1997, 4: 143- 154.

- [52] **Renaud, S, Lorget, M et Delaye, J.** cretan mediteranean diet for prevention of coronary heart disease. *Am. J. Clin.Nutr*, 61(suppl): 1360S-1367S.
- [53] **Zino, S. J. M, harman, S. K. et Skeaff, C. M.** Fruit and vegetables consumption and antioxidant status of seventh- day adventists. *Nutr. Metab. Cardivasc. Dis.*1998; 8; 297-304.
- [54] **Rice-Evans C.A., Miller N.J., Bolwell P.G., Bramley P.M., Pridham J.B.** The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Research* 1995; 22; 375-383.
- [55] **Burda S., Oleszek W.** Antioxidant and antiradical activities of flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2001; 49; 2774-2779.
- [56] **Antolovich M, Prenzler P.D, Patsalides E, McDonald S, Robards K,** Methods for testing antioxidant activity. *Analyst* 2002; 127; 183-198.
- [57] **Bartosz G.** Generation of reactive oxygen species in biological systems. *Comments on Toxicology* 2003; 9; 5-21.
- [58] **Ricardo Da Silva J.M, Darmon N, Fernandez Y, Mitjavila S.** Oxygen free radical scavenger capacity in aqueous models of different procyanidins from grape seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1991; 39; 549-1552.
- [59] **Benzie I. F., Strain J.** The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 1996; 239; 70-76.

- [60] **Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C.** Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 1999; 26;1231-1237.
- [61] **Sharma Om P, Bhat T.K.** DPPH antioxidant assay revisited. *Food chemistry* 2009 ; 113 (4) ; 1202.
- [62] **B.S. Maataoui, A. Hmyene et S. Hilali.** Activités anti-radicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de barbarie, *Lebanese science journal* 2006 ; Vol.7 ; No.1.
- [63] **Blois M.S.** Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature* 1958; 181; 1199-1200.
- [64] **Brand-Williams W, Cuvelier M.E, Berset C.** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel–Wissenschaft und Technologie* 1995; 28; 25-30.
- [65] **H. J. H. Fenton,** Oxidation of tartaric acid in presence of iron. *Chem. Soc* 1894; 65; 899-910.
- [66] **M. Morena, M. Martin-Mateo, J.-P. Cristol et B. Canaud.** Stress oxydant, hémoincompatibilité et complications de la dialyse au long cours. *Néphrologie* 2002; Vol. 23; n° 5.
- [67] **Xian-Ke Zhong, Xin Jin, Feng-Ying Lai, Qing-Sheng Lin, Jian-Guo Jiang.** Chemical analysis and antioxidant activities in vitro of polysaccharide extracted from *Opuntia ficus indica* Mill Cultivated in China *Carbohydrate Polymers* 2010; 82; 722–727. From: www.elsevier.com/locate/carbpol

- [68] **Wei Liu, Yu-Jie Fu, Yuan-Gang Zu, Mei-Hong Tong, Nan Wu, Xiao-Lei Liu, Su Zhang.** Supercritical carbon dioxide extraction of seed oil from *Opuntia dillenii* Haw and its antioxidant activity. *Food Chemistry* 2009; 114; 334–339.
- [69] **K.P. Kwak*.** Dongguk Univ. Medical Centet; Psychiatty, Gyungusi, Republic of Korea. Neuroprotective effects of the flavonoids isolated from *Opuntia ficus-indica* vat, saboten.
- [70] **Hyang Dok-Go , Kwang Heun Lee , Hyoung Ja Kim , Eun Ha Lee , Jiyong Lee , Yun Seon Song, Yong-Ha Lee, Changbae Jin, Yong Sup Lee, Jungsook Cho.** Neuroprotective effects of antioxidative flavonoids, quercetin,(1)-dihydroquercetin and quercetin 3-methyl ether, isolated from *Opuntia ficus-indica* var. saboten. *Brain Research* 2003; 965; 130-136.
- [71] **Jung-Hoon Kim, Shin-Mi Park, Hyun-Joo Ha, Chang-Jong Moon, Tae-Kyun Shin a,Jung-Mi Kim, Nam-Ho Lee, Hyoung-Chun Kim,Kyung-Jin Jang, Myung-Bok Wie.** *Opuntia ficus-indica* attenuates neuronal injury in vitro and in vivo models of cerebral ischemia. *Journal of Ethnopharmacology* 2006; 104; 257-262.
- [72] **Eun-Hee Park, Ja-Hoon Kahng, Sang Hyun Lee, Kuk-Hyun Shin.** An anti inflammatory principle from cactus. *Fitoterapia*2001; 72; 288-290
- [73] **E.M. Galati, S. Pergolizzi, N. Miceli, M.T. Monforte, M.M. Tripodo.** Study on the increment of the production of gastric mucus in rats treated with *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. Cladodes. *Journal of Ethnopharmacology* 2002; 83; 229-233.

- [74] **E.M. Galati, M.T. Monforte, M.M. Tripodo, A. d'Aquino, M.R. Mondello.** Antiulcer activity of *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. (Cactaceae): ultrastructural study. *Journal of Ethnopharmacology* 2001;76; 1-9.
- [75] **Kye-Taek Lim.** Inhibitory effect of glycoprotein isolated from *Opuntia ficus-indica* var. saboten MAKINO on activities of allergy-mediators in compound 48/80-stimulated mast cells, *Cellular Immunology*, 2010, 264:78-85.
- [76] **A.M. Panico, V. Cardile , F. Garufi, C. Puglia, F. Bonina , S. Ronsisvalle.** Effect of hyaluronic acid and polysaccharides from *Opuntia ficus indica* (L.) cladodes on the metabolism of human chondrocyte cultures. *Journal of Ethnopharmacology* 2007; 111; 315-321.
- [77] **J.L. Gaumy, J.D. Bailly, V. Burgat et P. Guerre.** Zéaralénone : propriétés et toxicité expérimentale, Groupe de Mycotoxicologie, E.N.V.T., 23, Chemin des capelles, F-31076 Toulouse Cedex 03.
- [78] **Lazhar Zorgui, Imen Ayed-Boussema, Yosra Ayed, Hassen Bacha, Wafa Hassen.** The antigenotoxic activities of cactus (*Opuntia ficus-indica*) cladodes against the mycotoxin zearalenone in Balb/c mice: Prevention of micronuclei, chromosome aberrations and DNA fragmentation. *Food and Chemical Toxicology* 2009; 47; 662-667.
- [79] **Kanias, G.D, Loukis, A, Philianos, S.M.** Trace element pharmacognostical study on diuretic drugs by neutron activation analysis. *Journal of Radio analytical Chemistry* 1979;54; 103-112.

- [80] **De Ribeiro, R.A, De Barros F, De Melo, M.M.R.F, Muniz, C, Chieia, S, Wanderley, M, Das, G, Gomes, C, Trolin, G.** Acute diuretic effects in conscious rats produced by some medicinal plants used in the state of Sao Paulo, Brasil. *Journal of Ethnopharmacology* 1988; 24; 19-29.
- [81] **Abed, L, Benmerabet, K.** Intérêt de l'apport en potassium et sodium des infusions de plantes médicinales. *Plantes Médicinales et Phytothérapie* XV1981 ; 92-98.
- [82] **D'Aquino, A.** Tesi per il conseguimento del Dottorato di Ricerca in Farmacognosia (IX Ciclo). *Opuntia ficus indica* Mill. Ricerche Farmacognostiche. Facoltà di Farmacia- Università di Messina, 1998.
- [83] **E.M. Galati, M.M. Tripodo, A. Trovato, N. Miceli, M.T. Monforte.** Biological effect of *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. (Cactaceae) waste matter Note I: diuretic activity, *Journal of Ethnopharmacology* 2002; 79; 17-21.
- [84] **Tuzmen N, Candan, N, Kaya, E, Demiryas, N.** Biochemical effects of chlorpyrifos and deltamethrin on altered antioxidative defense mechanisms and lipid peroxidation in rat liver. *Cell Biochemistry and Function* 17 2007.
- [85] **Higdon, J.V, Frei, B.** Tea catechins and polyphenols: health effects, metabolism, and antioxidant functions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2003; 43; 89-143.

- [86] **Saida Ncibi, Mahmoud Ben Othman, Amira Akacha, Mohamed Naceur Krifi, Lazhar Zourgui.** *Opuntia ficus indica* extract protects against chlorpyrifos-induced damage on mice liver, Food and Chemical Toxicology 2008; 46; 797-802.
- [87] **Ramadan, M.F, Morsel, J.T.** Oil cactus pear (*Opuntia ficus indica*).Food Chem 2003; 82; 339-345.
- [88] **Ikeda et autres., 1988 ;Moghadasian et Frohlich, 1999 Moghadasian, M.H, Mc Manus, B.M, Godin, D.V, Rodrigues, B,Frohlich, J.J.** Proatherogenic and antiatherogenic effects of probucol and phytosterols in apolipoprotein E-deficient mice: possible mechanisms of action.13 :1733-1739.
- [89] **Heinemann et autres, 199 ; Wasan et autres, 2001 Heinemann, T, Axtmann, G, Von Bergmann, K, 1993.** Comparison of intestinal absorption of cholesterol with different plant sterols in man. Eur. J. Clin. Invest. 23 (12), 827-831.
- [90] **Weststrate et Meijer 1998 ; Moghadasian et Frohlich 1999 ; Moghadasian et autres 1999 Weststrate J.A, Meijer G.W 1998.** Plant sterol-enriched margarines and reduction of plasma total and LDL-cholesterol concentrations in normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects. Eur. J. Clin. Nutr. 52 (5), 334-343.
- [91] **Moghadasian et autres 1997 ; Jones et autres 1999 Moghadasian, M.H, Mc Manus, B.M, Pritchard, P.H, Frohlich, J.J 1997.** “Tall oil” derived phytosterols reduce atherosclerosis in Apo-E-deficient mice. Arterioscler. Throm. Vasc. Biol. 17 (1), 119-126.

- [92] **Kartal Ozer et autres Kartal Ozer, N, Negis, Y, Aytan, N.** Molecular mechanisms of cholesterol or homocysteine effect in the development of atherosclerosis:role of vitamin E. *Biofactors* 2003; 19 (1-2); 63-70.
- [93] **Monia Ennouri, Hamadi Fetoui, Evelyne Bourret, Najiba Zeghal, Hamadi Attia.** Evaluation of some biological parameters of *Opuntia ficus indica*, Influence of a seed oil supplemented diet on rats. *Bioresource Technology* 2006; 97; 1382-1386.
- [94] **Monia Ennouri, Hamadi Fetoui, Mohamed Hammami,** Evelyne Bourret, Hamadi Attia, Najiba Zeghal. Effects of diet supplementation with cactus pear seeds and oil on serum and liver lipid parameters in rats. *Food Chemistry* 2007; 101; 248-253.
- [95] **Augusto Trejo-Gonzfilez , Genaro Gabriel-Ortiz, Ana Maria Puebla-Pdrez ,Maria Dolores Huizar-Contreras , Maria del Rosario Munguia-Mazariegos ,Silvia Mejia-Arreguin , Edmundo Calva.** A purified extract from prickly pear cactus (*Opuntia fuliginosa*) controls experimentally induced diabetes in rats. *Journal of Ethnopharmacology* 1996; 55; 27- 33.
- [96] **Fрати-Munari, A.C. Fernandez-Harp, J.A, de la Riva, H, Ariza-Andraca, R. and Torres, M.D.C.** Effects of nopal (*Opuntia* sp.) on serum lipids, glycemia and bodyweight. *Archives de Investigacion Medica (Mexique)* 1983; 14; 117-125.
- [97] **Nuttall,F.Q.** Dietary fiber in the management of diabetes. *Diabetes* 1993; 42; 503-508.

- [98] **Meckes-Lozoya, M and Roman-Ramos, R.** *Opuntia streptacantha*: a coadjutor in the treatment of diabetes mellitus. *American Journal of Clinical Medicine* 1986; 14;116-118.
- [99] **Ibanez Camacho, R and Roman Ramos R,** Efecto hipoglucemiante del nopal. *Archivos de Investigacion Medica (Mexico)* 1979;10; 223-230.
- [100] **Frati-Munari, A.C, Gordillo, B.E, Altamirano, P. and Ariza.C.R.** Hypo-glycemic effect of *Opuntia streptacantha* Lemaire in NIDDM. *Diabetes Care* 1988; 11; 63-66.
- [101] **Augusto Trejo-Gonzalez , Genaro Gabriel-Ortiz,** Ana Maria Puebla-Perez ,Maria Dolores Huizar-Contreras , Maria del Rosario Munguia-Mazariegos ,Silvia Mejia-Arreguin , Edmundo Calva. A purified extract from prickly pear cactus (*Opuntia fuliginosa*) controls experimentally induced diabetes in rats. *Journal of Ethnopharmacology* 1996; 55; 27- 33.
- [102] **Lutz, T. A, Estermann, A, Haag, S & Scharrer, E.** Depolarization of the liver cell membrane by metformin. *Biochemica et Biophysica Acta (BBA), Biomembranes* 2001; 1513; 176-184.
- [103] **Ning Yang, Mouming Zhao, Banghao Zhu, Bao Yang, Chunhui Chen, Chun Cui, Yueming Jiang.** Anti-diabetic effects of polysaccharides from *Opuntia monacantha* cladode in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2008;9; 570-574.

- [104] Adolfo Andrade-Cetto, Helmut Wiedenfeld, Anti-hyperglycemic effect of *Opuntia streptacantha* Lem. Journal of Ethnopharmacology 2011; 133; 940-943.
- [105] **L.Y. Zhao, Q.J. Lana, Z.C. Huang, L.J. Ouyang, F.H. Zeng.** Antidiabetic effect of a newly identified component of *Opuntia dillenii* polysaccharides. Phytomedicine 2011;18 ; 661-668.
- [106] **Sahng-Wook Hahm, Jieun Park, Yong-Suk Son.** *Opuntia humifusa* stems lower blood glucose and cholesterol levels in streptozotocin-induced diabetic rats. Nutrition Research 2011; 31; 479-487.
- [107] **Igor A. Schepetkin, Gang Xie, Liliya N. Kirpotina, Robyn A. Klein, Mark A. Jutila, Mark T. Quinn.** Macrophage immunomodulatory activity of polysaccharides isolated from *Opuntia polyacantha*. International Immunopharmacology 2008; 8; 1455-1466.
- [108] **Schepetkin IA, Faulkner CL, Nelson-Overton LK, Wiley JA, QuinnMT.** Macrophage immunomodulatory activity of polysaccharides isolated from *Juniperus scopolorum*. Int Immunopharmacol 2005; 5;1783-99.
- [109] **Xie G, Schepetkin IA, Quinn MT.** Immunomodulatory activity of acidic polysaccharides isolated from *Tanacetum vulgare* L. Int Immunopharmacol 2007; 7; 1639-1650.
- [110] **Xie G, Schepetkin IA, Siemsen DW, Kirpotina LN, Wiley JA, et al.** Fractionation and characterization of biologically-active polysaccharides from *Artemisia tripartita*. Phytochemistry 2008; 69; 1359-1371.
- [111] **P. Felker, P. Inglese, Short-Term and Long-Term Research Needs for *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.** Utilization in Arid Areas (<http://www.jpacd.org/downloads/Vol15/V5P131-152.pdf>)

- [112] **Retamal, N., Duran, J.M., Fernandez, J.** Seasonal variations of chemical composition in prickly pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1987; 38; 303-311.
- [113] **Shoop, M.C, E.J. Alford, and H.F.** Mayland. Plains prickly pear is a good forage for cattle. *Journal of Range Management* 1977; 30; 12-17.
- [114] **Ben thlija A.** Nutritionl value of several *Opuntia* species. Master's thesis, Oregon State University, Corvallis 1987. P 84.
- [115] **Esteban-V alesco E and Gallardo-Lara F.** Nutrition and macronutrient metabolism in rickly pear cactus (*Opuntia ficus indica*). *Arid Soil Research and Rehabilitation* 1994; 8 ; 235-246.
- [116] **Nobel P.S, Russell C.E, Felker P, Medina J.G, Acuna E.** Nutrient relations and productivity of prickly pear cacti. *Agronomy Journal* 1987; 79; 550.
- [117] **Tegegne F.** Nutritional value of *Opuntia ficus indica* as a ruminant feeding in Ethiopia. In: *Cactus (Opuntia spp.) as Forage*. FAO, Rome 2001 Mondragon-Jacobo and Perez-Gonzalez Ed., FAO Plant production and protection papers N°169: 161p.
- [118] **Epstein E.** Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. Riverside, CA: University of California 1972.
- [119] **Anyinam C.** Ecology and ethno medicine. Exploring links between current environmental crisis and indigenous medical practices. *Social Science and Medicine* 1995 ; 4 ; 321-329.
- [120] Histoire générale de la Tunisie Tome 1, L'antiquité, Sud

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.*

قسم الصيدلي

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله 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 بالالتزاماتي.

"والله على ما أقول شهيد

جامعة محمد الخامس
كلية الطب والصيدلة بالرباط

أطروحة رقم 14

سنة : 2012

الخصائص العلاجية لأبنسيفيكوس انديكا في المغرب وتونس

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم :

من طرف

الآنسة: أمية بحيرة
الترادة في 02 ماي 1986 تونس

لنيل شهادة الدكتوراه في الصيدلة

الكلمات الأساسية: الأبنسيفيكوس انديكا - الخصائص العلاجية - البحث الأنتفرمكولوجي -
تونس - المغرب.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس	السيد: لحسن الكسابي أستاذ في علم تأثير الأدوية على الجسم
مشرف	السيدة: كاتم العلوي أستاذ في علم الصيدلة
أعضاء	السيد: محمد أنصار أستاذ في الكيمياء العلاجية
	السيد: عبد القادر لعتريس أستاذ في علم الصيدلة الجاهلية
	السيد: نور الدين الصافي أستاذ في الكيمياء و عضو مشارك