

**UNIVERSITE MOHAMMED V- RABAT**

**FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE – RABAT**

**ANNEE: 2016**

**THESE N° 125**

**L'UTILITE DE LA DENSITE EN UNITES HOUNSFIELD DES  
CALCULS URINAIRES ET LA CORPULENCE DU PATIENT DANS  
LA PREDICTION DE L'EFFICACITE DE LA LITHOTRIE  
EXTRACORPORELLE PAR ONDES DE CHOC**

**(A PROPOS DE 89 CAS)**

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

**PAR**

**Mme EZZAKI SANAË**

*Née le 31 janvier 1990 à BENGHAZI*

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

**MOTS CLES** : Densité des calculs urinaires, distance paroi –calcul, lithotritie extracorporelle par onde de choc.

**JURY**

**Mr. K. ELKHADER**

Professeur d'urologie

**Mr. M. GHADOUANE**

Professeur d'urologie

**Mr. A. JANANE**

Professeur d'urologie

**Mr. M. BENYAHYA**

Professeur de néphrologie

**Mr. H. ENNOUALI**

Professeur de radiologie

**PRESIDENT**

**RAPPORTEUR**

**JUGES**



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

**DOYENS HONORAIRES :**

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

**ADMINISTRATION :**

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

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

**PROFESSEURS :**

**Mai et Octobre 1981**

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

**Mai et Novembre 1982**

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

**Novembre 1983**

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

**Décembre 1984**

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

**Novembre et Décembre 1985**

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

**Janvier, Février et Décembre 1987**

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

**Décembre 1988**

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

**Décembre 1989**

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

**Janvier et Novembre 1990**

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

**Février Avril Juillet et Décembre 1991**

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

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

Chirurgie Pédiatrique  
Radiologie  
Traumatologie Orthopédie

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

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

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

### **Décembre 1992**

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

### **Mars 1994**

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

### **Mars 1994**

Pr. ABBAR Mohamed\*  
Pr. ABDELHAK M'barek  
Pr. BELAIDI Halima  
Pr. BRAHMI Rida Slimane  
Pr. BENTAHILA Abdelali  
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali  
Pr. BERRADA Mohamed Saleh  
Pr. CHAMI Ilham

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

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

Urologie  
Chirurgie – Pédiatrique  
Neurologie  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie  
Gynécologie – Obstétrique  
Traumatologie – Orthopédie  
Radiologie

Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae  
Pr. EL ABBADI Najia  
Pr. HANINE Ahmed\*  
Pr. JALIL Abdelouahed  
Pr. LAKHDAR Amina  
Pr. MOUANE Nezha

#### **Mars 1995**

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

#### **Décembre 1996**

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

#### **Novembre 1997**

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

Ophthalmologie  
Neurochirurgie  
Radiologie  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie

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

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

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

**Novembre 1998**

Pr. AFIFI RAJAA  
Pr. BENOMAR ALI  
Pr. BOUGTAB Abdesslam  
Pr. ER RIHANI Hassan  
Pr. EZZAITOUNI Fatima  
Pr. LAZRAK Khalid \*  
Pr. BENKIRANE Majid\*  
Pr. KHATOURI ALI\*  
Pr. LABRAIMI Ahmed\*

**Janvier 2000**

Pr. ABID Ahmed\*  
Pr. AIT OUMAR Hassan  
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr.Sououd  
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine  
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer  
Pr. ECHARRAB El Mahjoub  
Pr. EL FTOUH Mustapha  
Pr. EL MOSTARCHID Brahim\*  
Pr. ISMAILI Hassane\*  
Pr. MAHMOUDI Abdelkrim\*  
Pr. TACHINANTE Rajac  
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

**Novembre 2000**

Pr. AIDI Saadia  
Pr. AIT OURHROUI Mohamed  
Pr. AJANA Fatima Zohra  
Pr. BENAMR Said  
Pr. CHERTI Mohammed  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma  
Pr. EL HASSANI Amine  
Pr. EL KHADER Khalid  
Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah\*  
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan  
Pr. HSSAIDA Rachid\*  
Pr. LAHLOU Abdou  
Pr. MAFTAH Mohamed\*  
Pr. MAHASSINI Najat  
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae  
Pr. NASSIH Mohamed\*  
Pr. ROUIMI Abdelhadi\*

Gastro-Entérologie  
Neurologie – **Doyen Abulcassis**  
Chirurgie Générale  
Oncologie Médicale  
Néphrologie  
Traumatologie Orthopédie  
Hématologie  
Cardiologie  
Anatomie Pathologique

Pneumophtisiologie  
Pédiatrie  
Pédiatrie  
Pneumo-phtisiologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pneumo-phtisiologie  
Neurochirurgie  
Traumatologie Orthopédie  
Anesthésie-Réanimation  
Anesthésie-Réanimation  
Médecine Interne

Neurologie  
Dermatologie  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Générale  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Pédiatrie  
Urologie  
Rhumatologie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Anesthésie-Réanimation  
Traumatologie Orthopédie  
Neurochirurgie  
Anatomie Pathologique  
Pédiatrie  
Stomatologie Et Chirurgie Maxillo-Faciale  
Neurologie

**Décembre 2000**

Pr. ZOHAIR ABDELAH\*

ORL

**Décembre 2001**

Pr. ABABOU Adil  
Pr. BALKHI Hicham\*  
Pr. BENABDELJLIL Maria  
Pr. BENAMAR Loubna  
Pr. BENAMOR Jouda  
Pr. BENELBARHDADI Imane  
Pr. BENNANI Rajae  
Pr. BENOACHANE Thami  
Pr. BEZZA Ahmed\*  
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi  
Pr. BOUMDIN El Hassane\*  
Pr. CHAT Latifa  
Pr. DAALI Mustapha\*  
Pr. DRISSI Sidi Mourad\*  
Pr. EL HIJRI Ahmed  
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid  
Pr. EL MADHI Tarik  
Pr. EL OUNANI Mohamed  
Pr. ETTAIR Said  
Pr. GAZZAZ Miloudi\*  
Pr. HRORA Abdelmalek  
Pr. KABBAJ Saad  
Pr. KABIRI EL Hassane\*  
Pr. LAMRANI Moulay Omar  
Pr. LEKEHAL Brahim  
Pr. MAHASSIN Fattouma\*  
Pr. MEDARHRI Jalil  
Pr. MIKDAME Mohammed\*  
Pr. MOHSINE Raouf  
Pr. NOUINI Yassine  
Pr. SABBAH Farid  
Pr. SEFIANI Yasser  
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Anesthésie-Réanimation  
Anesthésie-Réanimation  
Neurologie  
Néphrologie  
Pneumo-phtisiologie  
Gastro-Entérologie  
Cardiologie  
Pédiatrie  
Rhumatologie  
Anatomie  
Radiologie  
Radiologie  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie-Pédiatrique  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie Générale  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Thoracique  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
Médecine Interne  
Chirurgie Générale  
Hématologie Clinique  
Chirurgie Générale  
Urologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
Pédiatrie

**Décembre 2002**

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

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

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

#### **Janvier 2004**

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

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

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

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

**Janvier 2005**

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

**Décembre 2005**

Pr. CHANI Mohamed

**Avril 2006**

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

Urologie  
Chirurgie Cardio-Vasculaire  
Ophtalmologie  
Pharmacie Clinique  
Chirurgie Générale  
Cardiologie

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

Anesthésie Réanimation

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

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

**Octobre 2007**

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

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

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

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

**Décembre 2007**

Pr. DOUHAL ABDERRAHMAN

**Décembre 2008**

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

**Mars 2009**

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

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

Ophtalmologie

Anesthésie Réanimation  
 Chirurgie Générale

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



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

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

**PROFESSEURS AGREGES :**

**Octobre 2010**

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

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

### Mai 2012

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

### Février 2013

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

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

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



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

#### **Avril 2013**

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

**\*Enseignants Militaires**

## 2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

### PROFESSEURS / PRs. HABILITES

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

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

- 9 JAN 2015





*DEDICACES*

*A ma très chère mère FATIMA OUAZZOUZ*

*Tu m'as donnée la vie, tu me l'as apprise,  
tu as fait de moi ce que je suis, toi ma chère maman...*

*Tous les mots de la terre seront insuffisants à ton égard,  
tu as beaucoup donné pour mon bonheur, tu as partagé mes longues  
nuits d'insomnies, mon stress lors des examens, les interminables  
attentes des résultats ... Tu m'as suivi pas à pas, depuis mon plus jeune  
âge. Tes prières et ta bénédiction ont toujours été, et resteront ma source  
d'encouragement et la lumière de mon chemin, autant  
dans mes études que dans ma vie en général ...*

*Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente  
pour exprimer ce que tu mérites ...*

*Mais j'espère que la joie de ce jour, soit une récompense,  
aussi minime soit-elle, pour tous les sacrifices  
que tu as pu faire pour moi ...*

*Dieu seul sait combien je me considère chanceuse d'avoir une maman  
comme toi, des profondeurs de mon amour et de ma reconnaissance je te  
dédie cette thèse, le résultat de longues années d'études...*

*Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.*

*Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé,  
longue vie et bonheur.*

*J'espère que tu es fière de moi...*

*Je t'aime...*

*A mon très cher père AHMED EZZAKI*

*A la source de laquelle j'ai toujours puisé courage,  
confiance et persévérance.*

*Tu as été pour moi durant toute ma vie le père exemplaire,  
l'ami et le conseiller.*

*Tes prières ont été pour moi d'un grand soutien  
tout au long de mes études.*

*J'espère réaliser ce jour un de tes rêves et être digne de ton nom,  
ton éducation, ta confiance et des hautes valeurs  
que tu m'as inculquées.*

*Les mots ne pourront jamais exprimer la profondeur de mon  
respect,*

*ma considération, ma reconnaissance et mon amour éternel.*

*Ce travail est ton œuvre, toi qui m'as donné tant de choses  
et qui continues à le faire sans jamais te plaindre.*

*J'aimerais pouvoir te rendre tout l'amour  
et la dévotion que tu m'as offerts,  
mais une vie entière n'y suffirait pas.*

*J'espère au moins que ce mémoire y contribuera en partie.*

*Que Dieu te garde, te procure santé, bonheur et longue vie pour  
que tu demeures le flambeau illuminant mon chemin*

*A mon cher mari YOUNES OUGHANEM*

*Aucun mot ne saurait t'exprimer mon profond attachement et  
ma reconnaissance pour l'amour,  
la tendresse et la gentillesse dont tu m'as toujours entouré.  
Cher mari j'aimerais bien que tu trouve dans ce travail l'expression de  
mes sentiments de reconnaissance les plus sincères  
car grâce à ton aide et à ta patience avec moi que ce travail a pu voir le  
jour...*

*A ma très chère adorable fille SYRINE*

*Avant même que mes yeux ne te voient ma chérie, mon amour et mon  
affection pour toi n'ont pas cessé de s'accroître de jour en jour. Ton  
sourire illumine ma vie et la rend plus joyeuse et pleine de sens.  
J'avais cru que ta naissance allait prendre tout mon temps ;  
bien au contraire ta présence m'a beaucoup encouragée.  
Je t'aime ma chérie et je te dédie ce travail, en implorant DIEU le tout  
puissant de te garder pour tes parents qui t'adorent.*

*A ma sœur AMAL, son mari SAID et leurs enfants*

*Amal* : Alors pour toi, c'est tout un livre que je dois dédier, j'ai tellement des choses à te dire que je ne sais plus par où commencer ...

*Une sœur ! Ça, n'a pas de prix... Je n'imagine pas ma vie sans toi ...*

*Je remercie le bon Dieu de m'avoir donné une telle sœur avec qui je partage mes joies et mes peines, Merci de m'avoir soutenu et supporté pendant mes mauvais jours. ton soutien et tes encouragements malgré la distance ont été pour moi d'un grand réconfort.*

*Je te dédie ce travail avec la plus grande reconnaissance, et la profonde affection.*

*Cher frère SAID* : je te dédie ce travail en témoignage de mon respect, mon affection.

*Que Dieu puisse vous garder et vous procurer santé et bonheur.*

*Que Dieu garde vos enfants et que leur vie soit comblée de réussite, de succès et de bonheur.*

*A mon très cher frère MORAD et son épouse YASSMINA :*

*MORAD* : J'ai toujours été fière d'être ta petite sœur.

*Tous les mots du monde ne pourraient suffir pour exprimer ma reconnaissance ni mon amour.*

*Ton aide, ta générosité extrême et ton soutien ont été pour moi une source de courage et de patience.*

*Je te dédie ce travail en témoignage de la chaleur de mon affection et mon profond respect.*

*Je t'adore et j'espère être la soeur que tu souhaites avoir*

*YASSMINA* : tu es pour moi une sœur; nous avons partagé ensemble beaucoup de moments de joie et de frustration qu'on a pu surmonter ensemble.

*Sois toujours comme je t'ai connu.*

*A toi je dédie ce travail*

*A mon très cher frère ASSAM et son épouse IHSSANE*

*ASSAM : A la personne qui était toujours à ma compagnie depuis mes études les plus premières qui me comprend parfaitement. tu m'a toujours aidé par ta soutenance tes encouragements et ton aide pratique ...j'avoue vraiment que si je suis arrivé à être là c'est grâce à toi à ton aide et à ton amour.*

*Quoique que je dise, je ne saurais exprimer l'amour et la tendresse que j'ai pour toi.*

*Que ce travail soit symbole de toute l'affection que je te porte.*

*IHSSAN : J'espère que tu trouveras dans cette thèse l'expression de mon amour, ma sympathie et ma grande gratitude.*

*Tu es une sœur pour moi, tu m'as beaucoup aidé, et soutenu, je te remercie infiniment.*

*Que Dieu te bénisse et te guide vers le meilleur inchaellah.*

*Je te souhaite la réussite dans vos études et dans votre vie professionnelle ; et le bonheur dans votre vie conjugale.*

*A mon beau père HUSSEIN OUGHANEM*

*A ma belle-mère NAIMA FARMAKI*

*Je vous remercie vivement pour votre soutien, vos encouragements et vos conseils précieux.*

*En témoignage de ma grande considération et de ma profonde affection, Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.*

*A mon beau-frère SIMOHAMMED,  
ma belle-sœur DOUNIA et son mari MOUSTAPHA*

*Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur,  
de santé et de réussite.  
Je vous souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de prospérité*

*A mon amie IMANE FAILAL*

*A « mon âme sœur » comme j'aime bien la renommer.  
Aucun mot, aucune dédicace ne saurait exprimer à sa juste valeur,  
l'ampleur de l'Amour, l'attachement, la reconnaissance et l'admiration  
que j'éprouve pour toi. Cette médecine nous l'avons vécu à deux, une  
expérience inoubliable grâce à toi... À nos fous rires et nos larmes, nos  
préparations d'examens ensemble, nos moments forts et de force... Je te  
remercie d'avoir toujours été là pour moi.  
Tu es plus qu'une sœur pour moi*

*A*

*Toute la famille EZZAKI  
Toute la famille OVAZZOUZ  
Toute la famille OUGHANEM*

*Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection*

*A Tous ceux qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de Ce  
travail.*

*A tous ceux et celles que j'aime et que j'ai omis involontairement de  
citer*

*A tous les patients, qui font de moi le médecin que je suis.....*

*REMERCIEMENTS*



*A notre maître et président de thèse :  
Mr le Professeur KHALID ELKHADER  
Professeur d'urologie  
CHU ibn sina-Rabat*

*Nous vous remercions pour le grand honneur que vous  
nous faites en acceptant de présider cette thèse.*

*Votre compétence, votre dynamisme, ainsi que vos  
qualités humaines et professionnelles exemplaires ont  
toujours suscité notre admiration.*

*Vous êtes un modèle pour la relation que vous  
entretenez avec les patients...*

*Nous sommes fière de vous et de votre compétence.*

*Qu'il soit permis, cher maître,  
de vous exprimer notre sincère reconnaissance, notre  
profond respect et notre plus grand estime.*

*A Notre Maître et Rapporteur de thèse  
Mr le professeur MOHAMMED GHADOUANE  
Professeur d'urologie  
HMIMV- Rabat*

*Nous vous remercions pour la gentillesse et la spontanéité  
avec lesquelles vous avez bien voulu diriger ce travail.*

*Nous avons eu le grand plaisir à travailler sous votre  
direction, nous avons eu auprès de vous le conseiller et le  
guide qui nous a reçu en toute circonstance avec  
sympathie, sourire et bienveillance.*

*vos compétences pratiques, vos qualités humaines et  
professionnelles ainsi que votre compréhension à l'égard  
des étudiants nous inspirent une admiration  
et un grand respect.*

*Nous voudrions être dignes de la confiance que vous nous  
avez accordée*

*et vous prions, Chère Maître, de trouver ici le témoignage  
de notre sincère reconnaissance et profonde gratitude.*

*A notre maître et juge de thèse :*  
*Mr le Professeur ABDELLATIF JANANE*  
*Professeur d'urologie*  
*HMIMV- Rabat*

*C'est pour moi un immense plaisir de vous voir  
siéger parmi le jury de notre thèse.*

*Vous nous avez porté honneur en acceptant  
de juge ce modeste travail.*

*Veillez accepter l'expression de mes  
sentiments les plus respectueux, de mon estime  
et ma profonde reconnaissance*

*A Notre Maître et juge de thèse*

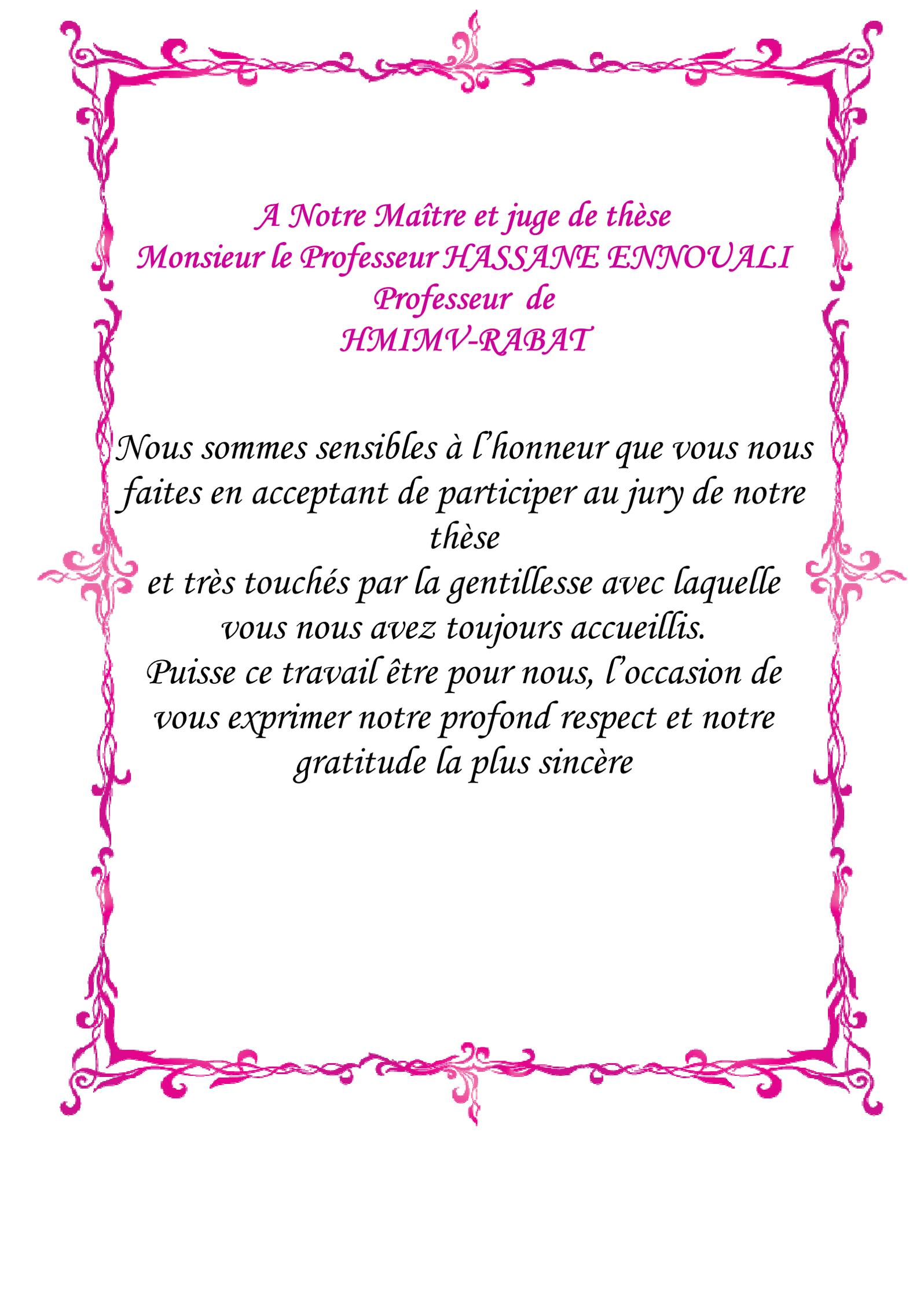
*Mr le Professeur*

*MOHAMMED BENYAHYA*

*Professeur de néphrologie*

*HMIMV-RABAT*

*Nous sommes sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de participer au jury de notre thèse et très touchés par la gentillesse avec laquelle vous nous avez toujours accueillis. Puisse ce travail être pour nous, l'occasion de vous exprimer notre profond respect et notre gratitude la plus sincère*



*A Notre Maître et juge de thèse  
Monsieur le Professeur HASSANE ENNOUALI  
Professeur de  
HMIMV-RABAT*

*Nous sommes sensibles à l'honneur que vous nous  
faites en acceptant de participer au jury de notre  
thèse*

*et très touchés par la gentillesse avec laquelle  
vous nous avez toujours accueillis.*

*Puisse ce travail être pour nous, l'occasion de  
vous exprimer notre profond respect et notre  
gratitude la plus sincère*

## **LISTE DES FIGURES :**

**Figure 1 :** Face antérieur du rein droit.

**Figure 2 :** Morphologie interne du rein.

**Figure 3 :** Vascularisation artérielle du rein.

**Figure 4 :** Vascularisation veineuse du rein.

**Figure 5 :** **A :** Rapports des reins avec la paroi abdominale postérieure.

**B :** Rapports des reins avec les organes intra-péritonéaux.

**Figure 6 :** Morphologie externe de la VES intra-rénale (vue de face).

**Figure 7 :** **A :** Morphologie externe des uretères sur une vue sagittale latérale.

**B :** Morphologie externe des uretères sur une vue de face.

1:uretère lombaire, 2: uretère iliaque, 3: uretère pelvien.

**Figure 8 :** Vascularisation et rapports lombaires et iliaques des uretères.

**Figure 9 :** Rapports pelviens et intra-vésicaux des uretères.

**Figure 10:** Schéma général de la lithogénèse.

**Figure 11 :** **A :** ASP montrant un calcul sur le trajet de l'uretère gauche.

**B :** ASP montrant des calculs caliciels du rein droit.

**Figure 12 :** Échographie rénale montrant un calcul du rein droit.

**Figure 13 :** Densité et composition chimique des calculs.

**Figure 14 :** TDM sans injection de produit de contraste.

A. Calcul urétéral droit. B. Calcul rénal gauche.

**Figure 15 :** Mécanismes de fragmentation des ondes de choc.

**Figure 16 :** Méthodes de repérage des calculs : **A :** repérage échographique, **B :** repérage fluoroscopique

**Figure 17 :** lithotriteurs équipés de deux systèmes de repérage.

A : Lithotriteur société Dornier, B : lithotriteur société Richard Wolf.

**Figure 18 :** Siemens lithostarmultiligne lithotriteur

**Figure 19 :** Technique de mesure de la densité en UH par TDM

**Figure 20 :** Technique de mesure de la distance peau-calcul par TDM

## **LISTE DES TABLEAUX :**

**Tableau I :** Principaux promoteurs et inhibiteurs de la cristallisation.

**Tableau II :** Différents types de calculs urinaires.

**Tableau III :** Performances des examens d'imagerie pour le diagnostic de lithiase urinaire.

**Tableau IV :** Complications de la lithotritie extracorporelle.

**Tableau V :** Répartition des patients selon la tranche d'âge.

**Tableau VI :** Répartition des patients selon la densité des calculs.

**Tableau VII :** Caractéristiques des patients et résultats de LEC.

**Tableau VIII :** Tableau comparatif des résultats de la LEC.

**Tableau IX :** Tableau comparatif des résultats de la LEC en fonction de l'âge.

**Tableau X :** Tableau comparatif des résultats de la LEC en fonction de la taille du calcul en (mm).

**Tableau XI :** Tableau comparatif des résultats de la LEC en fonction de la densité des calculs en UH.

**Tableau XI :** Tableau comparatif des résultats de la LEC en fonction de SSD.

## **LISTE DES GRAPHIQUES**

**Graphique 1** : Répartition des patients selon la tranche d'âge

**Graphique 2** : Répartition des patients selon le sexe

**Graphique 3** : Répartition des patients selon la localisation des calculs

**Graphique 4** : Répartition des patients selon la densité des calculs en UH.

**Graphique 5** : répartition des patients selon la distance peau-calcul (SSD)

**Graphique 6** : Résultats de la LEC selon le nombre des patients

**Graphique 7** : Résultats de la LEC selon l'âge et le sexe

**Graphique 8** : Résultats de la LEC selon la densité du calcul

**Graphique 9** : Résultats de la LEC comparées à d'autres études

**Graphique 10**: Résultats de la LEC en fonction de la densité des calculs en UH en comparaison à d'autres études



*SOMMAIRE*

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>RAPPELS</b> .....	4
I. Anatomie des reins et de la voie excrétrice supérieure.....	5
A. Anatomie des reins.....	5
1. morphologie externe.....	5
2. morphologie interne.....	7
3. vascularisation artérielle .....	8
4. vascularisation veineuse.....	8
5. rapports.....	10
B. Anatomie de la voie excrétrice supérieure.....	12
1. Voie excrétrice supérieure intra-rénale.....	12
a. Vascularisation et innervation.....	12
b. Rapports .....	13
2. Voie excrétrice supérieure extra-rénale.....	15
a. Morphologie externe.....	15
b. Vascularisation et innervation.....	16
c. Rapports .....	17
II. Epidémiologie de la lithiase urinaire :.....	23
A. Dans les pays industrialisés et en voie de développement.....	23
B. Au Maroc .....	24
III. Lithogenèse.....	25
A. Définition.....	25
B. Etapes de la lithogenèse.....	25
1. La nucléation.....	26
2. La croissance cristalline.....	26
3. L'agrégation cristalline.....	27
4. La rétention des particules.....	27
5. L'accrétion de nouvelles particules.....	28
6. La conversion cristalline.....	28
C. Facteurs favorisant les phénomènes de nucléations et d'agrégation.....	29

D.	Promoteurs et inhibiteurs.....	30
E.	Cristallographie des calculs urinaires.....	31
IV.	Imagerie et calcul du haut appareil urinaire.....	34
A.	Qualité de l'imagerie.....	34
B.	Apport de l'imagerie.....	34
1.	L'ASP.....	34
2.	L'échographie.....	36
3.	L'association ASP-échographie.....	37
4.	Le scanner.....	37
a.	Technique.....	37
b.	Apport de la TDM.....	38
5.	L'IRM.....	40
V.	Lithotritie extracorporelle.....	41
A.	Définition.....	41
B.	Principe et technique de la lithotritie extracorporelle.....	41
1.	La fabrication des ondes de choc.....	41
2.	La diffusion des ondes de choc.....	42
3.	La focalisation des ondes de choc .....	43
4.	Les paramètres influençant l'effet des ondes de choc.....	43
5.	Le repérage des calculs.....	44
C.	Préparation du malade à la lithotritie extracorporelle.....	46
D.	Indications de la LEC.....	48
E.	Contre-indications de la LEC.....	48
F.	Résultats de la LEC.....	49
G.	Complications.....	49
	<b>MATERIELS ET METHODES</b> .....	<b>51</b>
I.	Méthodes de sélections.....	52
A.	Type et cadre de l'étude.....	52
B.	Sélection des patients.....	52
C.	Critères d'inclusion.....	52

D. Critères de non inclusion .....	52
II. Méthodes d'interventions.....	52
III. Méthodes d'évaluations .....	53
IV. Méthodes statistiques.....	53
<b>RESULTATS</b> .....	<b>55</b>
I. Caractéristiques épidémiologiques .....	56
A. Répartition selon l'âge .....	56
B. Répartition selon le sexe .....	57
II. Caractéristiques paracliniques :.....	57
A. Répartition selon la localisation des calculs .....	57
B. Répartition selon la densité des calculs .....	58
C. Répartition selon la distance peau-calcul .....	58
III. Résultats de la LEC.....	59
A. Selon l'âge et le sexe .....	60
B. Selon la densité des calculs.....	60
C. Selon la distance peau-calcul .....	61
<b>DISCUSSION</b> .....	<b>63</b>
I. Résultats de la LEC .....	64
II. Facteurs prédictifs des résultats de la LEC.....	65
A. Age .....	65
B. Taille moyenne du calcul .....	66
C. Densité du calcul en UH.....	67
D. Effet de SSD sur le résultat de la LEC.....	70
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>72</b>
<b>RESUMES</b> .....	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>78</b>

# *INTRODUCTION*

La lithiase urinaire est une maladie fréquente qui consiste à la formation de calculs dans la voie urinaire. C'est une pathologie souvent épisodique et sans gravité, qui peut évoluer de longues années de façon infra-clinique, ou nécessiter un traitement en urgence et engager le pronostic vital.

Il s'agit d'une maladie essentiellement masculine (deux à trois hommes pour une femme). Avec une prévalence d'environ 5 à 10 % dans la tranche d'âge des 20-60 ans.

Le risque de récurrence après la découverte d'un premier calcul est de l'ordre de 50 % à 5-10 ans dans la population des 20 à 60 ans.

La composition chimique des calculs est oxalo-calcique dans plus de 70 % des cas. <sup>[1]</sup>

La prise en charge des calculs du haut appareil nécessite une imagerie diagnostique, de bilan et de suivi. L'analyse de l'imagerie dépend de la qualité de l'examen d'imagerie <sup>[2]</sup>.

Le scanner multi-détecteur ou multi-barrette représente une avancée technologique majeure qui a totalement modifié l'exploration de l'arbre urinaire <sup>[3]</sup>. La qualité des informations fournies dans le cadre du bilan pré-thérapeutique de la lithiase rénale étant nettement supérieure à celle d'une UIV (urographie intraveineuse) <sup>[4, 5]</sup>. Il permet, en plus de la caractérisation du calcul, de sa densité en unités de Hounsfield (U.H), de la distance qui le sépare de la peau (skin to stone distance SDD),

de donner une visualisation tridimensionnelle du calcul au sein des voies excrétrices opacifiées.

Depuis le début des années 80, la thérapie par ondes de choc extracorporelles a été employée dans le traitement des lithiases urinaires et biliaires sur plus de 3 millions de patients, actuellement 80% des lithiases rénales sont traitées par ce procédé [6,7]

Le succès de la LEC est tributaire d'un certain nombre de critères qui comprennent la consistance, la taille, la forme, et l'emplacement du calcul [8, 9,10].

Récemment, quelques études ont tenté d'établir une corrélation entre les données densitométriques pré-thérapeutiques et les résultats de la LEC [8,11].

Nous avons évalué à travers cette étude rétrospective à propos de 89 cas le rôle de la densité du calcul et la distance qui le sépare de la peau (skin to stone distance SDD) pour prédire le succès du traitement par la LEC.

# *RAPPELS*



# **I. ANATOMIE DES REINS ET DE LA VOIE EXCRETRICE SUPERIEURE:**

Le rein et la voie excrétrice supérieure (VES) sont des entités anatomiques paires et bilatérales, qui constituent le haut appareil urinaire.

Les fonctions du haut appareil urinaire sont la sécrétion de l'urine par les reins, puis son excrétion par la VES. La VES est divisée en VES intra-rénale, calices et pelvis rénal, et VES extrarénale, l'uretère. Ce dernier s'abouche dans la vessie, qui constitue avec l'urètre le bas appareil urinaire, entité anatomique impaire et médiane. L'ensemble de l'appareil urinaire est en dehors de la cavité péritonéale et le haut appareil urinaire est rétro-péritonéal. <sup>[12]</sup>

## **A. ANATOMIE DES REINS :**

Les reins sont des organes pleins, sécréteurs de l'urine, ils sont situés de part et d'autre du rachis, dans la région lombaire, contre la paroi postérieure de l'abdomen.

### **1. Morphologie externe :**

Chaque rein a la forme d'un ovoïde aplati constitué de :

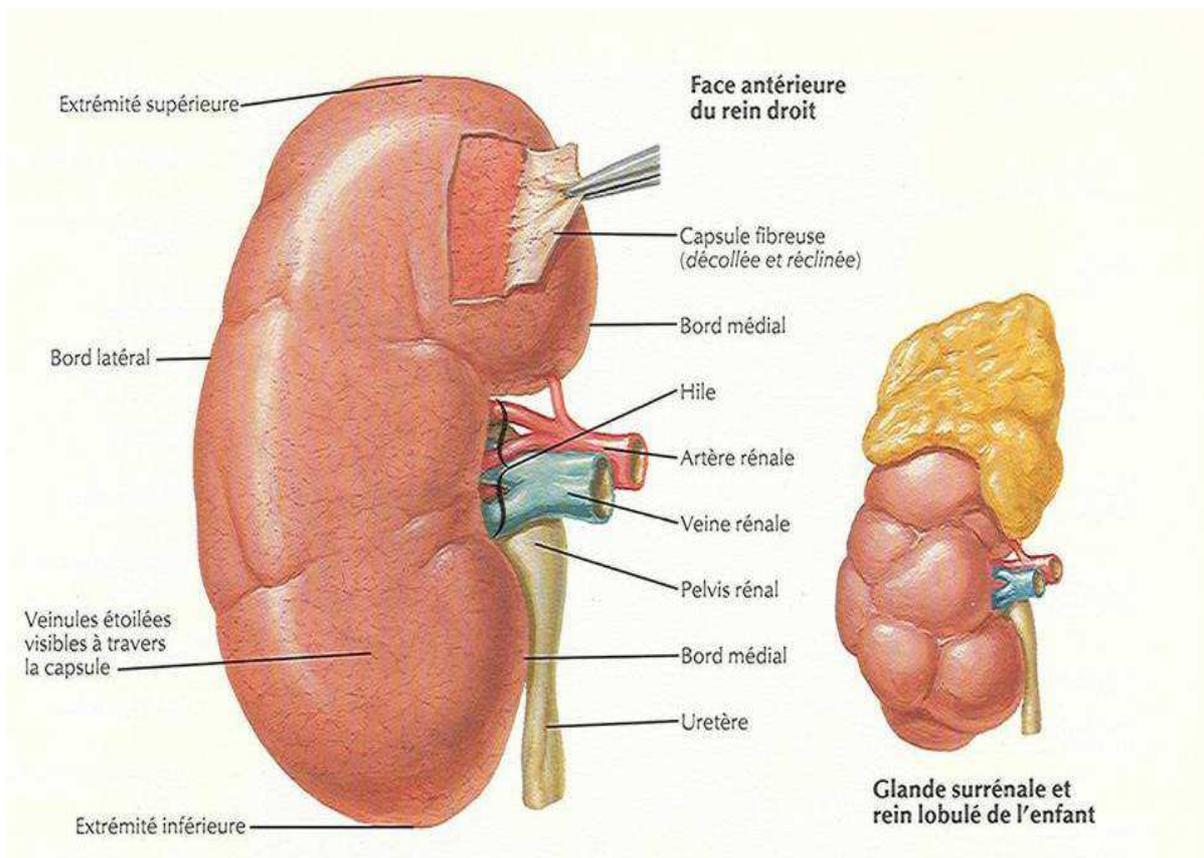
- Deux faces, antérieure (ou ventrale) et postérieure (ou dorsal) ;
- Deux bords, externe (ou latéral) et interne (ou médial) ;
- Deux extrémités ou pôles, supérieur (ou crânial) et inférieur (ou caudal)

Le bord médial, échancré, est creusé d'une cavité à sa partie moyenne : le sinus rénal. L'ouverture du sinus rénal est appelée le hile rénal. Ce dernier contient les éléments VES intra sinusale et extra sinusale. Les deux rebords du hile rénal sont appelés lèvres : antérieure (ou ventrale) et postérieure (ou dorsale).

La surface des reins est lisse chez l'adulte et poly lobulée chez l'enfant. Leur couleur est rouge sombre, leur consistance est ferme.

Chez l'adulte jeune, leurs dimensions moyennes sont : 12cm de hauteur, 6cm de largeur et 3cm d'épaisseur. La hauteur des reins est proportionnelle à la taille de l'individu. Le hile rénal a une hauteur de 3 cm et une épaisseur de 1,5 cm.

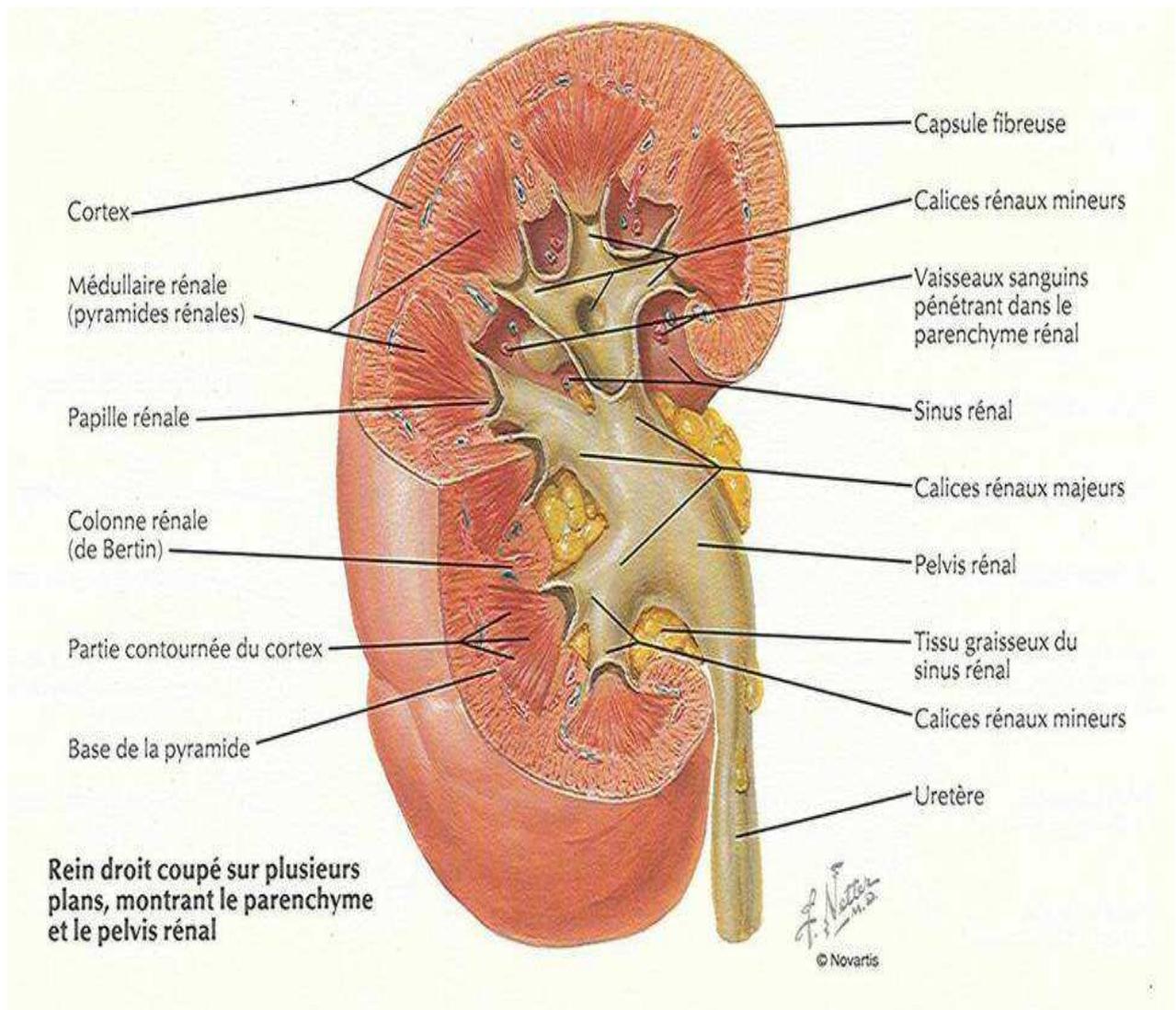
Chacun pèse environ 140 grammes chez l'homme et 125 grammes chez la femme. Le rein gauche est légèrement plus dimensionné que le droit [12].



**Figure 1 : Face antérieure du rein droit [13]**

## 2. Morphologie interne :

Les reins sont constitués d'un parenchyme qui entoure le sinus rénal. Le parenchyme rénal est recouvert d'une capsule fibreuse, solide, peu extensible, qui lui adhère faiblement. La capsule recouvre les parois du sinus rénal et se prolonge avec l'adventice vasculaire des éléments du pédicule et l'adventice de la VES. Ce parenchyme rénal est constitué d'une médulla rénale centrale, et d'un cortex rénal périphérique <sup>[12]</sup>.



**Figure 2 : Morphologie interne du rein <sup>[13]</sup>**

### **3. Vascularisation artérielle:**

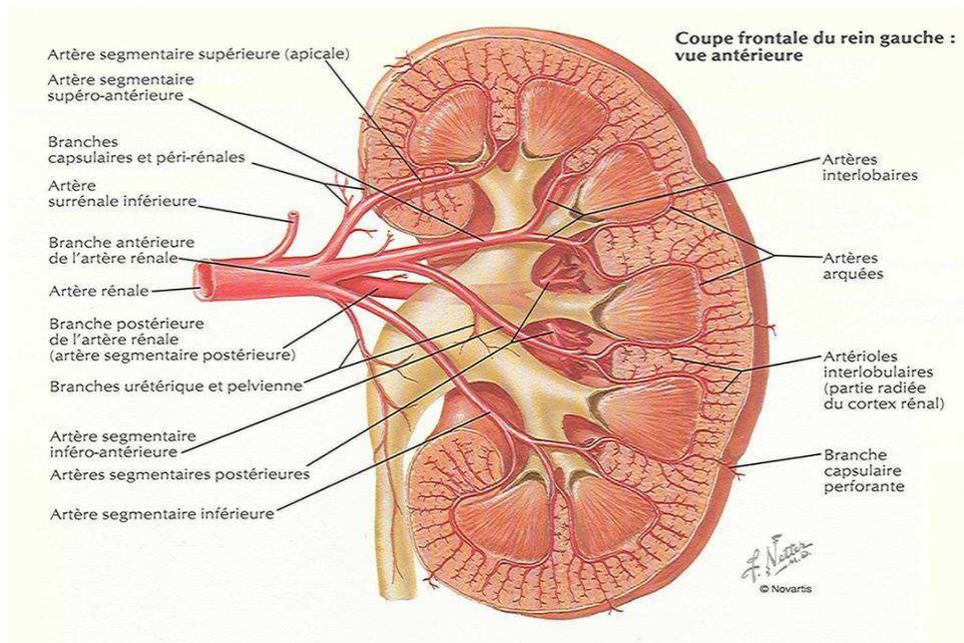
Les deux artères rénales ont pour origine les faces latérales de l'aorte abdominale. Elles naissent au même niveau, au tiers inférieur de L1, à environ 2 cm en dessous de l'origine de l'artère mésentérique supérieure. Elles se portent transversalement, oblique en bas et en arrière, vers chaque hile rénal. Leur diamètre est de 6 à 8 mm, et leur longueur de 3 à 4 cm à gauche et de 5 à 6 cm à droite, où elle passe en arrière de la veine cave inférieure, puis en arrière de la veine rénale droite<sup>[12]</sup>. (Figure 3)

### **4. Vascularisation veineuse :**

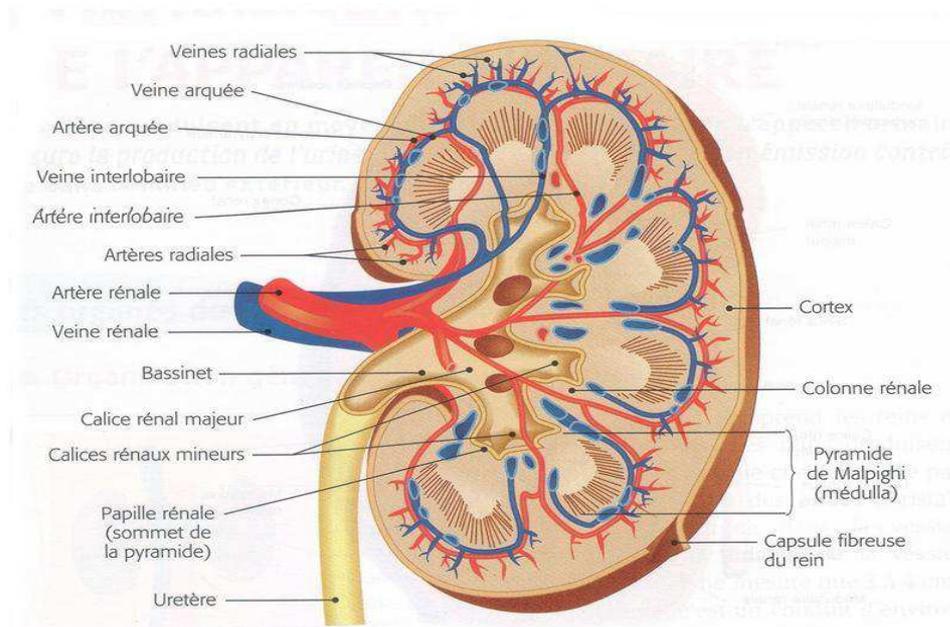
Chaque veine rénale a pour origine la réunion des veines intra-rénales à l'intérieur du sinus rénal. Les veines intra-rénales dites segmentaires sont disposées en réseau péricaliciel puis péripyélique. Au hile rénal, le réseau péripyélique se résout en deux ou trois troncs veineux antérieures, à l'origine de la veine rénale.

A droite, la veine rénale se jette directement dans la veine cave inférieure.

A gauche, la veine, plus longue, croise perpendiculairement la face ventrale de l'aorte abdominale en passant en arrière de l'artère mésentérique supérieure, dans la pince aorto-mésentérique.<sup>[12]</sup> (Figure 4)



**Figure 3 : Vascularisation artérielle du rein [13]**



**Figure 4 : Vascularisation veineuse du rein [14]**

## **5. Rapports :**

### **a. Rapports avec la paroi abdominale postérieure :**

La graisse para-rénale est la graisse de la région lombaire qui sépare la loge rénale de la paroi abdominale postérieure et du diaphragme. Elle est surtout abondante en arrière de la loge rénale.

Le muscle grand psoas, portion lombaire du muscle ilio-psoas est le rapport musculaire le plus important, d'une part la loge rénale est fixée à son fascia iliaque par le feuillet rétro-rénal, d'autre part la face postérieure de la capsule adipeuse et les éléments du pédicule essentiellement de l'artère rénale qui est postérieure repose sur son corps charnu <sup>[15]</sup>.

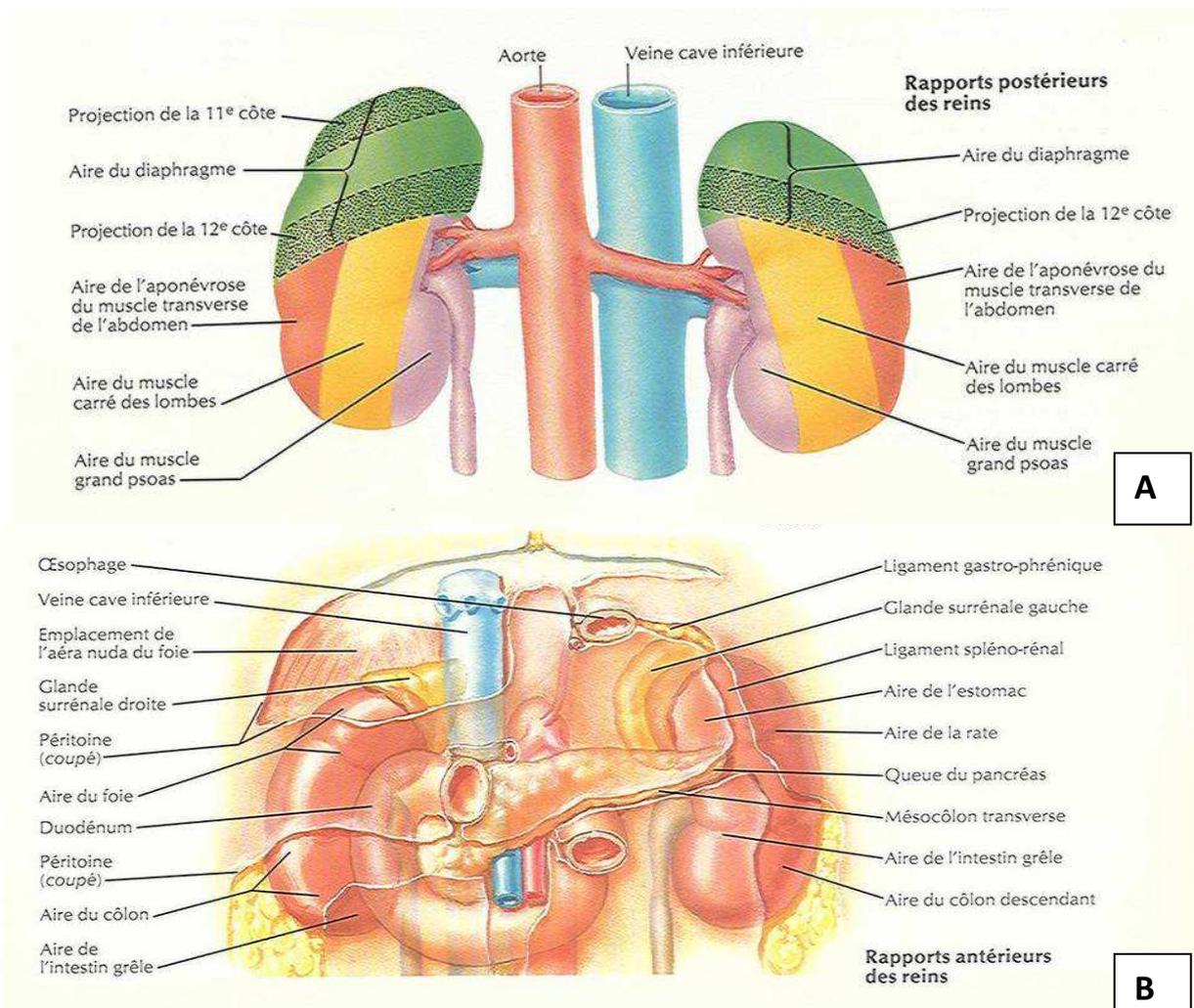
### **b. Rapports avec les organes rétro-péritonéaux :**

La glande surrénale recouvre le pôle supérieur et le bord médial supra-hilaire du rein. Elle se glisse en arrière de la veine cave inférieure. Le pôle supérieur du rein répond au bord latéral de la veine cave inférieure, lorsque celle-ci s'incline vers la droite pour passer en arrière du foie. La partie descendante du duodénum (ou deuxième duodénum) recouvre la face antérieure du pédicule rénal et la veine cave inférieure par l'intermédiaire du fascia d'accolement duodéno-pancréatique (ou fascia de treitz) <sup>[15]</sup>.

### **c. Rapports avec les organes intra-péritonéaux :**

A droite l'angle colique recouvre plus ou moins la face antérieure du rein. A cet endroit, la paroi colique est séparée du fascia rénale par un fascia d'accolement résultant de la soudure entre le péritoine pariétal en avant de la loge rénale, et le péritoine viscéral colique. Le foie répond également à la surface antérieure de la loge rénale, qui n'est pas recouverte par le colon ou le duodénum. Entre le foie et la moitié supérieure de la loge rénale s'insinue un cul-de-sac péritonéal, le récessus hépatorénal.

A gauche la portion supérieure de la loge rénale est en rapport avec la rate. Les vaisseaux spléniques et les éléments constitutants du tronc porte passent en avant du hile et de la face antérieure du rein gauche. La queue du pancréas, recouverte pour les deux feuillets du ligament pancréatico-splénique, est en rapport avec le pôle supérieur et le hile du rein. C'est à la partie moyenne de la face antérieure du rein que le feuillet péritonéal postérieur de la queue pancréatique se réfléchit sur le péritoine pariétal recouvrant la loge rénale [15].



**Figure 5 : A : Rapports des reins avec la paroi abdominale postérieur [13]**

**B : Rapports des reins avec les organes intra-péritonéaux [13]**

## **B. ANATOMIE DE LA VOIE EXCRETRICE SUPERIEURE :**

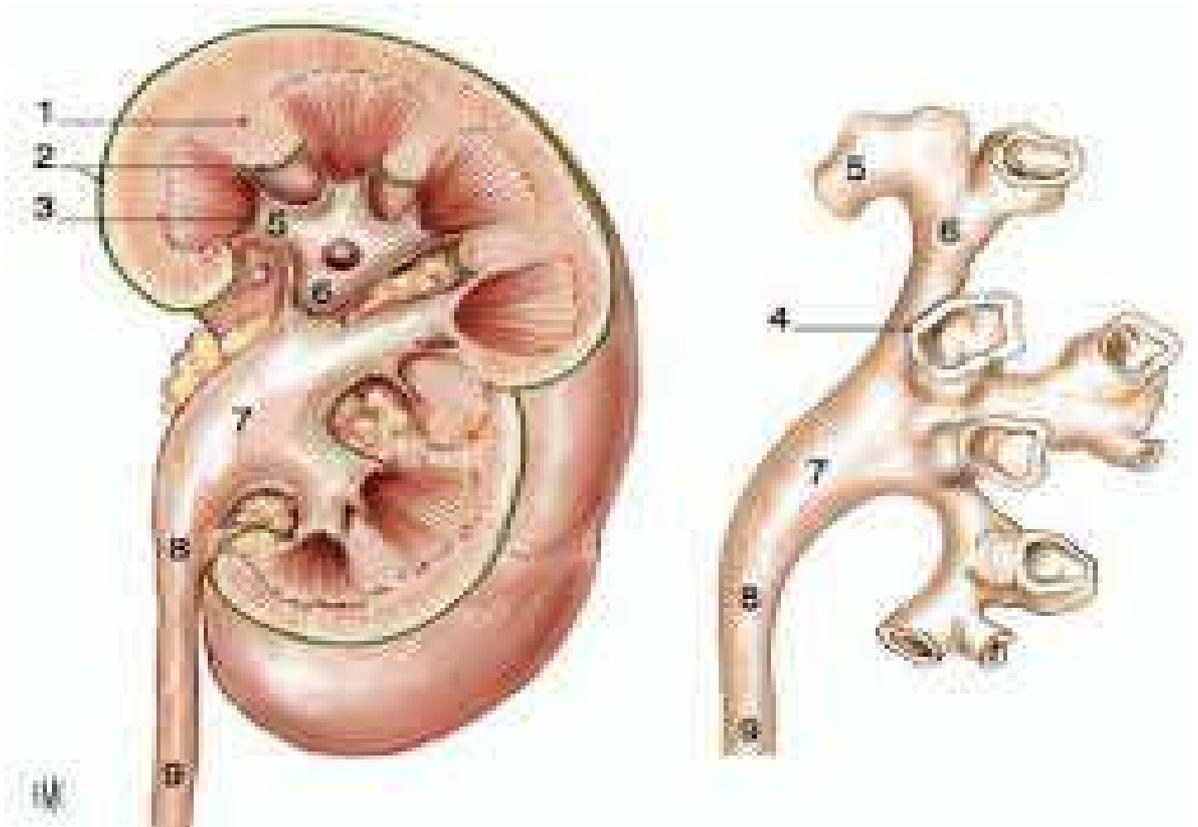
### **1. Voie excrétrice supérieure intra-rénale :** calices et pelvis rénal

Les calices sont divisés en calices mineurs et majeurs. Les calices mineurs sont la partie initiale de la VES intra-rénale et recueillent l'urine excrétée par les papilles rénales. Les calices majeurs leur font suite et recueillent les urines sécrétées par les calices mineurs. Ils se jettent dans le pelvis rénal, cavité excrétrice centrale du sinus. <sup>[12]</sup>

La capacité de la VES intra-rénal est faible, inférieure à 3ml. Sa fonction excrétrice est permanente en collectant les urines sécrétées par les reins, mais elle ne constitue pas un réservoir des urines. La fonction de réservoir est entièrement assuré par la vessie <sup>[12, 16, 17]</sup>.

#### **a. Vascularisation et innervation :**

La VES intra rénale reçoit directement sa vascularisation des branches du pédicule rénale. Son innervation est assurée par les efférentes du plexus rénale péri artériel. Il existe une contraction autonome qui prend naissance dans les calices et se propage dans le pelvis rénal vers la jonction pyélo-urétérale <sup>[19]</sup> (figure 6).



**Figure 6 : Morphologie externe de la VES intra-rénale (vue de face) <sup>[18]</sup> :**

1 : colonne rénale ; 2 : capsule rénale ; 3 : papille rénale ; 4 : fornix ;

5 : calice mineur ; 6 : calice majeur ; 7 : pelvis rénal ; 8 : jonction pyélo-urétérale ; 9 : uretère.

### **b. Rapports :**

La VES intra-rénale est au centre du sinus rénal et du hile rénal. Les calices mineurs sont multidirectionnels et situés dans l'axe des pyramides rénales et de leurs papilles. Les calices majeurs et le pelvis rénal sont ensuite dans un même plan frontal qui, du fait de l'obliquité du rein, est environ 45° en arrière du plan coronal.

Le pelvis rénal s'enfonce assez peu dans le sinus rénal : le segment intra-sinusal ne dépasse pas un demi-centimètre. Seuls les pelvis rénaux

globulaires s'enfoncent plus profondément dans le sinus rénal en raison de l'absence de calices majeurs. La jonction pyélo-urétérale est ainsi extrasinuale. Le pelvis rénal occupe les trois quarts ou la moitié inférieure du hile rénal.

La VES intra-rénale est séparée des éléments du pédicule rénal par la graisse péri-rénale de la capsule adipeuse. La vascularisation péri-calicielle est la plus riche au contact des parois du sinus rénal. A cet endroit, les anastomoses veineuses sont nombreuses.

Au niveau du hile rénal, les deux faces du pelvis rénal répondent aux ramifications vasculaires pré- et rétro-pyéliques. Dans sa portion extrasinuale, le pelvis rénal est situé en arrière du pédicule rénal. Sur sa face antérieure, les branches artérielles pré-pyéliques sont horizontales, et les veines intrarénales se réunissent pour former la veine rénale. Sur sa face postérieure, le rameau artériel rétro-pyélique, vertical, suit la lèvre postérieure du hile rénal, et laisse ainsi à découvert la portion extra-sinuale du pelvis rénal.

L'abord chirurgical du pelvis rénal est donc indiqué sur sa face postérieure. Par l'intermédiaire de la loge rénale, le pelvis rénal extrasinusal repose sur le muscle du grand psoas. A droite, il est recouvert par le deuxième duodénum et à gauche par la queue du pancréas <sup>[20, 21,22]</sup>.

## **2. Voie excrétrice supérieure extrarénale : les uretères**

Les uretères, droit et gauche, sont les conduits urinaires qui relient les pelvis rénaux à la vessie.

### **a. Morphologie externe**

Ils s'étendent de la jonction pyélo-urétérale jusqu'au méat urétéral dans la vessie. Chez l'adulte, ils mesurent de 25 à 30 cm de long. Ils sont divisés en quatre segments : lombaire (de 10 à 12cm), iliaque (de 3 à 4cm), pelvien (de 10 à 12 cm) et intravésical ou intramurale (2cm). Ils se terminent dans la vessie par un trajet oblique sous-muqueux et participent à la constitution du trigone vésical.

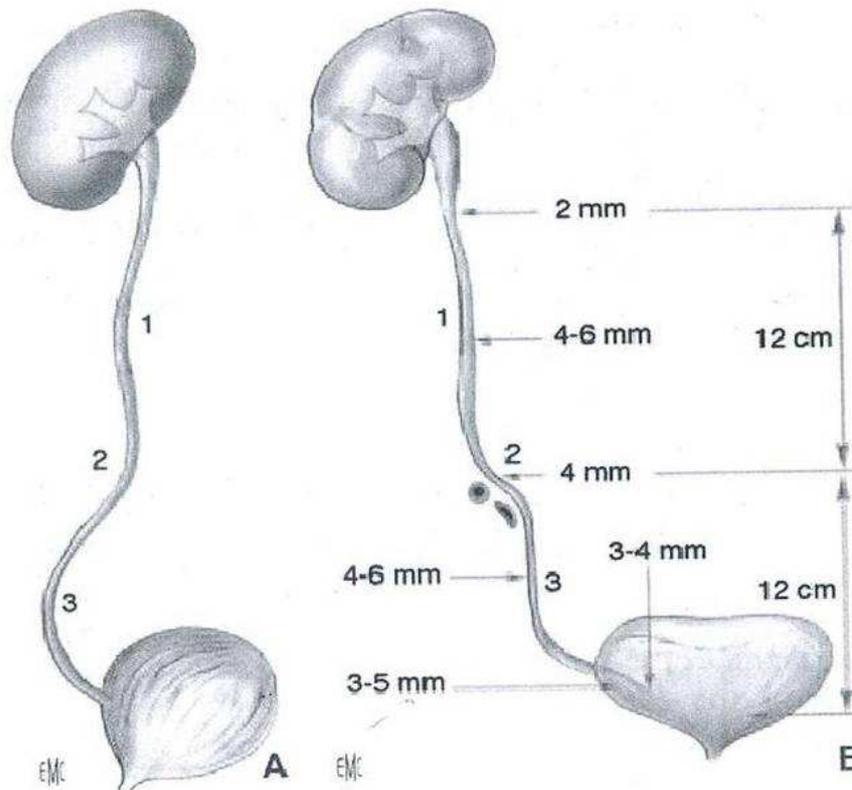
Le trajet des uretères est sinueux et leur courbe inférieure, pelvienne, est la plus prononcée. Appliqués sur la paroi abdominale postérieure, ils descendent à peu près verticalement jusqu'au détroit supérieur.

A cet endroit, ils décrivent une courbe à convexité antérieure, qui épouse celle des vaisseaux iliaques. Ensuite, ils suivent la paroi du pelvis et la concavité sacrée en décrivant une courbe à concavité antéro-interne qui les conduit jusqu'à la vessie.

Le long de leur trajet, le diamètre varie de 3 à 6 mm, et il présente trois rétrécissements :

- A son origine, à la jonction pyélo-urétérale ;
- En région iliaque, en regard du croisement avec les vaisseaux iliaques ;
- Dans sa portion intramurale.

Sur tout leur trajet, ils sont animés d'un péristaltisme qui permet à l'urine de progresser vers la vessie <sup>[12,23]</sup>.



**Figure 7 : A : Morphologie externe des uretères sur une vue sagittale latéral <sup>[18]</sup>**

**B : Morphologie externe des uretères sur une vue de face <sup>[18]</sup>**

1:uretère lombaire, 2: uretère iliaque, 3: uretère pelvien

### **b. Vascularisation et innervation**

La vascularisation artérielle des uretères est segmentaire. Elle est riche pour les segments iliaques et pelviens, et plus pauvre pour le segment lombaire. Leur portion lombaire initiale reçoit le rameau urétéral de l'artère rénale, anastomosé au cercle artériel du rein. Le deuxième rameau important provient de l'artère iliaque interne. Le reste de l'apport artériel se fait par des rameaux provenant des nombreuses artères croisées sur leur

trajet. Les uretères lombaires ont ainsi une vascularisation plus précaire puisqu'ils reçoivent essentiellement des rameaux provenant des artères gonadiques. Leur segment pelvien reçoit de nombreux petits rameaux provenant des branches viscérales des artères iliaques internes.

Les rameaux artériels sont anastomosés entre eux par un réseau de collatérales péri-urétérales, surtout riche contre la paroi postérieure de l'uretère, et de collatérales intrapariétales.

La vascularisation veineuse est satellite de la vascularisation artérielle. Les veines urétérales se jettent essentiellement dans les veines rénales, gonadiques, iliaques internes et vésicales inférieures.

L'innervation des uretères est riche dépend du système nerveux autonome.

Elle provient des plexus rénaux pour les segments lombaires, des plexus hypogastriques pour les segments iliaque et pelvien <sup>[12, 19]</sup>.

### **c. Rapports :**

Les rapports des uretères diffèrent selon leur segment : lombaire, iliaque, pelvien ou intravésical.

#### **❖ Uretères lombaires :**

Par l'intermédiaire de la graisse para-rénale de la région lombaire, ils reposent sur le fascia iliaque qui recouvre le muscle grand psoas. La jonction pyélo-urétérale se projette habituellement en regard du processus costiforme de la deuxième vertèbre lombaire. Les uretères lombaires se projettent ensuite sur la pointe des processus costiformes des vertèbres lombaires L3, L4 et L5, dont ils sont séparés par les muscles grand psoas. Ils croisent la face antérieure des nerfs génito-fémoraux.

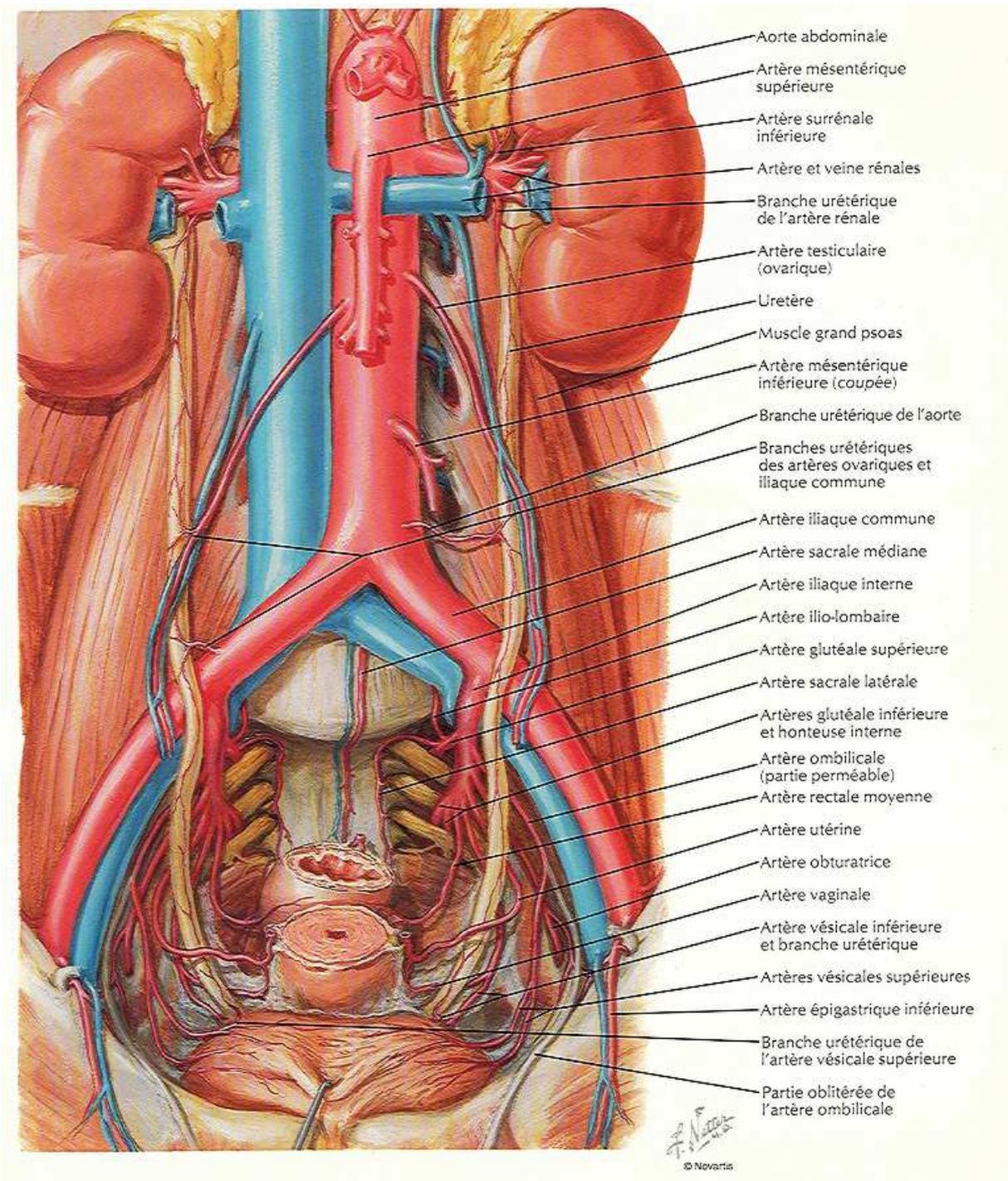
Leurs rapports antérieurs sont différents à droite et à gauche.

L'uretère droit est séparé du deuxième duodénum et du *genius inferius* par le fascia de Treitz. Plus bas, il est recouvert par le mésocolon ascendant. L'uretère gauche est recouvert sur toute son étendue par le mésocolon descendant. De chaque côté, ils croisent les vaisseaux gonadiques pour se placer en dedans de ces vaisseaux en dessous du croisement.

Latéralement, ils sont en rapport avec le pôle inférieur des reins, puis avec les muscles grand psoas. Médialement, l'uretère droit est à 2 cm de la veine cave inférieure. A gauche, il longe à distance l'angle duodéno-jéjunal, l'aorte abdominale, l'artère colique gauche et l'artère mésentérique inférieure <sup>[12, 21, 22]</sup>.

### ❖ Uretères iliaques

A leur entrée dans le détroit supérieur, les uretères passent en avant des vaisseaux iliaques. En général, l'uretère droit passe en avant de l'artère iliaque externe, et l'uretère gauche croise l'iliaque primitive. En dehors, ils répondent au bord médial des muscles grand psoas et aux vaisseaux génitaux qui leur restent parallèles. En avant, l'uretère droit est croisé par l'extrémité inférieure du mésentère et par la terminaison de l'artère iléocolique. Du côté gauche, il est recouvert par la racine secondaire du mésosigmoïde, puis par le péritoine pariétal pelvien <sup>[12,22]</sup>.



**Figure 8: Vascularisation et rapports lombaires et iliaques des uretères [13]**

## ❖ Uretères pelviens

Lors de leur entrée dans le petit bassin, les uretères décrivent une courbe concave en avant et en dedans. Ils présentent une portion pariétale, puis viscérale. Leurs rapports diffèrent en fonction du sexe.

Chez la femme. Dans leur segment pariétal, les uretères descendent sous le péritoine pariétal pelvien, le long de l'artère iliaque interne. Le plus souvent, l'uretère droit est en avant, et le gauche en dedans de l'artère. Ils répondent à l'origine des branches du tronc antérieur des artères iliaques internes : artère ombilicale, artère obturatrice, artère utérine, artère vésicale inférieure, artère vaginale, artère rectale moyenne. Par l'intermédiaire du péritoine pariétal, les rapports antérieurs des uretères sont : les ovaires, les pavillons ampullaires et un éventuel appendice vermiculaire pelvien du côté droit.

Leur segment pariétal se termine dans la base des ligaments larges.

Dans leur segment viscéral, les uretères s'engagent en avant et en dedans dans le paramètre. A environ 2 cm en dehors du col utérin, les artères utérines qui étaient en arrière et en dehors des uretères font une crosse, croisent leur face ventrale pour se diriger en dedans. Au même niveau, les artères vaginales accompagnées de veines utérines et vaginales longent le bord postéro-médial des uretères, puis croisent leur face dorsale. Les uretères sont ensuite accompagnés par des rameaux antérieurs du plexus hypogastrique inférieur, et par des ramifications artérielles et veineuses vésicovaginales. Ils passent ensuite en dehors du cul-de-sac vaginal antérieur et pénètrent dans la paroi vésicale postérieure.

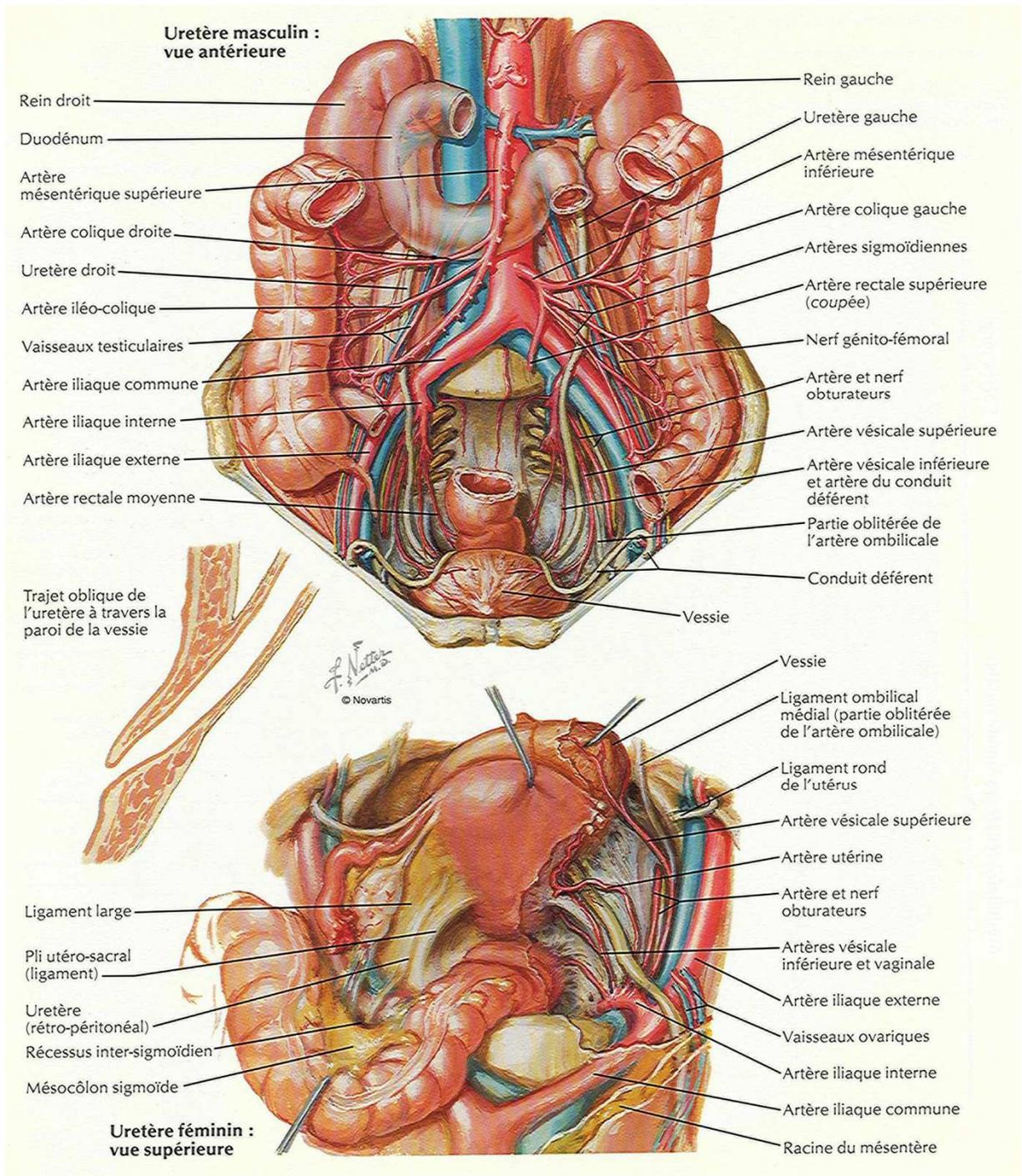
Chez l'homme. Dans leur segment pariétal, les uretères descendent également sous le péritoine pariétal pelvien, le long des artères iliaques internes. Les branches du tronc antérieur des artères iliaques internes sont

différentes : artère ombilicale, artère obturatrice, artère vésicale inférieure, artère rectale moyenne. En dedans, les uretères sont en rapport avec les faces latérales du rectum dont ils sont séparés par le plexus hypogastrique inférieur.

Dans leur segment viscéral, les uretères s'engagent également en avant et en dedans, en arrière des artères ombilicales. Ils passent en avant du rectum, croisent la face postérieure du conduits déférents, l'artère vésiculodéférentielle et s'engagent dans la paroi vésicale. En arrière, ils sont séparés des vésicules séminales par la lame antérieure du fascia rectoprostatique (fascia de Denonvilliers) <sup>[22]</sup>.

### ❖ Uretères intra-vésicaux

Les uretères traversent la vessie obliquement en bas et en dedans. Leur trajet est long d'environ 2 cm : 1cm à travers la musculuse et 1 cm sous la muqueuse. Les méats urétéraux sont situés aux extrémités latérales du trigone vésical et sont reliés par une barre musculaire interurétérale. Dans leur traversée musculaire, les fibres de la musculuse urétérale s'unissent à celles du détrusor. La couche musculuse longitudinale externe s'individualise pour constituer une zone de glissement avec le reste de la paroi urétérale. La couche musculuse longitudinale interne s'épanouit dans le trigone et la barre interurétérale. Leur trajet sous-muqueux est dilaté. Au-dessus de cette dilatation, la paroi de l'uretère est constituée par un repli muqueux hémicirculaire. Le trajet intramural et sous-muqueux forme un système antireflux <sup>[21,22]</sup>.



**Figure 9 : Rapports pelviens et intra-vésicaux des ureteres [13]**

## II. EPIDEMIOLOGIE DE LA LITHIASSE URINAIRE

### A. EPIDEMIOLOGIE DE LA LITHIASSE URINAIRE DANS LES PAYS INDUSTRIALISES ET EN VOIE DE DEVELOPPEMENT :

La lithiase urinaire semble être une maladie aussi vieille que l'homme. En effet, on a pu trouver des calculs vésicaux dans les momies égyptiennes ainsi que dans les tombes précolombiennes d'Amérique du sud <sup>[24]</sup>.

Cependant, la localisation, la fréquence, ainsi que la constitution varieront largement en fonction des conditions climatiques, des conditions socio-économiques, du niveau de médicalisation, ainsi que des habitudes alimentaires qui dominent largement la lithogénèse, sans toutefois méconnaître les causes métaboliques, génétiques, malformatives, médicamenteuses et infectieuses qui se voient de plus en plus dans les pays développés.

Dans les pays occidentaux, la fréquence de la lithiase rénale a triplé durant les cinquante dernières années et la nature chimique des calculs a changé. Les calculs, le plus souvent constitués de purines à la fin du dix-neuvième siècle, sont aujourd'hui de composition oxalo-calcique dans les trois quarts des cas <sup>[25, 26,27]</sup>. L'amélioration des conditions de vie, ainsi que les modifications des habitudes alimentaires ont profondément changé l'évolution de la lithiase urinaire dans les pays en voie de développement <sup>[26, 28, 29,30]</sup>.

En effet, dans ces pays, la lithiase d'urates et de phosphates qui était autrefois localisée dans les voies urinaires basses chez l'enfant, cède la place aujourd'hui à la lithiase rénale de l'adulte composée essentiellement d'oxalate de calcium <sup>[26,30]</sup>.

Dans les pays en voie de développement comme cela a été le cas pour les pays industrialisés depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, la fréquence de la maladie lithiasique semble augmenter parallèlement avec l'augmentation du niveau de vie <sup>[31]</sup>. Ceci est dû à l'augmentation d'apport

calcique dans l'alimentation pour certains, mais aussi à l'insuffisance de ces apports calciques pour d'autres.

Les études réalisées sur la lithiase urinaire restent peu nombreuses. Elles se sont intéressées à la détermination de la composition des calculs collectés dans certaines régions [24, 32, 33, 34]. Ces études ont montré la prépondérance de l'oxalate de calcium monohydraté comme constituant majoritaire des calculs. Des différences importantes dans la fréquence des autres constituants, en particulier les purines, ont été rapportées [32, 34].

## **B. EPIDEMIOLOGIE DES LITHIASES URINAIRES AU MAROC :**

Des études épidémiologiques au Maroc montrent un rapprochement des résultats avec ceux des pays industrialisés : Une prédominance masculine avec un rapport homme/femme (H/F) global de 2,1, ce rapport est encore plus élevé chez les sujets âgés de plus de 60 ans (H/F = 4,7) et diminué chez les sujets plus jeunes (H/F=1,7), avec un pic de fréquence chez les deux sexes entre 41 et 45 ans. La localisation rénale des calculs est fréquente dans les deux sexes, les calculs du haut appareil est plus fréquents (77,6%) que les calculs vésicaux, tout particulièrement chez la femme.

Au Maroc, pays en voie de développement, où l'accès aux soins n'est pas le même sur tout le territoire et où les habitudes alimentaires diffèrent d'une région à l'autre, on pourrait penser que le profil épidémiologique des calculs est différent d'une région à l'autre, ainsi on note une prédominance de la lithiase oxalo-calcique dans toutes les régions du Maroc suivie de la lithiase oxalo-phosphocalcique et urique, avec une répartition préférentielle de la lithiase oxalo-urique dans les régions de Rabat, Fès, Settat et Oujda. L'ensemble de ces observations ne peut être expliqué que par le niveau socio-économique et des habitudes alimentaires. De même, la fréquence relativement élevée des calculs majoritaires en struvite (8%) témoigne d'un

dépistage et d'une prise en charge encore insuffisants des infections urinaires chroniques potentiellement lithogènes <sup>[24, 32]</sup>.

### **III. LITHOGENESE**

#### **A. DEFINITION :**

La lithogénèse est l'ensemble des processus qui, depuis la sursaturation des urines, conduisent à la germination, la croissance, l'agrégation, la rétention des cristaux dans l'appareil urinaire, ainsi qu'à la croissance d'un calcul <sup>[35, 36, 37]</sup>.

La lithogénèse peut se décomposer en deux grandes étapes: d'une part, la cristallogénèse, qui s'observe aussi bien chez les sujets normaux que chez les lithiasiques pour la plupart des espèces minérales courantes comme l'acide urique, l'oxalate de calcium, ou les phosphates calciques; d'autre part, la calculogénèse, qui ne s'observe que chez les patients lithiasiques <sup>[35, 36, 37]</sup>. Les composés en sursaturation dans l'urine changent en fonction des habitudes alimentaires, des apports hydriques et du métabolisme du sujet, sans oublier qu'un environnement biochimique donné peut être source d'une sursaturation simultanée en plusieurs espèces chimiques <sup>[35, 38, 39]</sup>.

#### **B. ETAPES DE LA LITHOGENESE :**

La lithogénèse est un processus plurifactoriel qui comporte plusieurs phases. Schématiquement, on identifie plusieurs étapes dans la formation d'un calcul. Ces étapes se succèdent sur un intervalle de temps très court pour certaines ou au contraire beaucoup plus long pour d'autres <sup>[35, 40, 41]</sup>.

##### **1. La nucléation :**

Lorsque le niveau de sursaturation est suffisant, les molécules dissoutes non dissociées se rassemblent pour constituer des germes cristallins <sup>[35, 40, 41]</sup>.

On a deux modes différents:

### **a. La nucléation homogène :**

Elle correspond à la cristallisation spontanée, d'une espèce dont le niveau de sursaturation est suffisant pour permettre la formation des cristaux, pendant le temps de transit ou de séjour de l'urine dans telle ou telle partie de l'arbre urinaire <sup>[40,41, 42]</sup>.

### **b. La nucléation hétérogène :**

La nucléation hétérogène correspond à la formation de cristaux au contact d'autres particules, telles que des débris épithéliaux ou cellulaires ou des cristaux préexistants qui jouent le rôle d'inducteurs. Elle requiert des niveaux de sursaturation plus faibles que ceux nécessaires à la nucléation homogène, ce qui explique sa participation fréquente aux processus lithiasiques.

La nucléation hétérogène permet également de comprendre pourquoi la grande majorité des calculs, se compose d'au moins deux espèces chimiques et cristallines distinctes <sup>[40,41]</sup>.

## **2. La croissance cristalline :**

Une partie des germes cristallins formés lors de la phase de germination va grossir aux dépens des autres, les premiers devenant plus gros tandis que les seconds vont disparaître. Les cristaux en croissance peuvent aussi grossir en captant des ions restés dans la solution tant que celle-ci reste sursaturée. Grâce à cette phase de croissance, les germes cristallins initiaux se transforment en cristaux. Le temps nécessaire à cette croissance cristalline est généralement supérieur au temps de transit tubulaire de l'urine. Cette croissance cristalline, répond, comme la nucléation, à un certain nombre de paramètres dont les plus importants sont: la sursaturation, la nature et la concentration des inhibiteurs, la structure du cristal et enfin la vitesse de transit de l'urine <sup>[35, 40,41]</sup>.

### **3. L'agrégation cristalline :**

Cette étape est très importante dans les processus lithiasiques car elle contribue à l'accroissement rapide de la taille des particules. En effet, par le jeu des forces d'attraction électrostatique et des interactions entre germes cristallins et macromolécules, elles-mêmes souvent fortement électronégatives, des agrégats volumineux, dépassant parfois 200 microns, peuvent se former en moins d'une minute et être retenus dans les tubes collecteurs dont le diamètre varie entre 100 et 200 microns. Afin de s'opposer aux processus d'agrégation, l'organisme a développé plusieurs moyens de défense dont l'excrétion de substances douées de propriétés inhibitrices de la cristallisation et la fluctuation nyctémérale du pH urinaire, rythmée notamment par les repas <sup>[35, 40,41]</sup>.

### **4. La rétention des particules :**

Les cristaux qui se forment dans la lumière du tubule sont généralement entraînés avec l'urine hors du néphron dans les cavités excrétrices sous-jacentes. Cette évacuation est facilitée par plusieurs mécanismes:

- la présence d'un revêtement protecteur qui recouvre l'épithélium tubulaire et limite les risques d'adhérence cristalline à la membrane des cellules.
- la présence, dans le tube distal, de protéine de Tamm-Horsfall polymérisée, qui forme un gel entraînant vers les voies excrétrices les débris cellulaires et les cristaux présents dans la lumière tubulaire.

Cependant, il peut arriver que des cristaux s'accrochent à la surface d'une cellule épithéliale. Dans ce cas, des processus de défense sont activés pour éliminer ces cristaux. Ces processus comportent une première phase qui est l'endocytose, la seconde phase est la lyse progressive des cristaux au niveau des lysosomes intracellulaires. L'endocytose des cristaux est un processus lent qui nécessite environ 24 heures. La lyse cristalline est encore plus lente et peut demander plusieurs semaines <sup>[35, 40,41]</sup>.

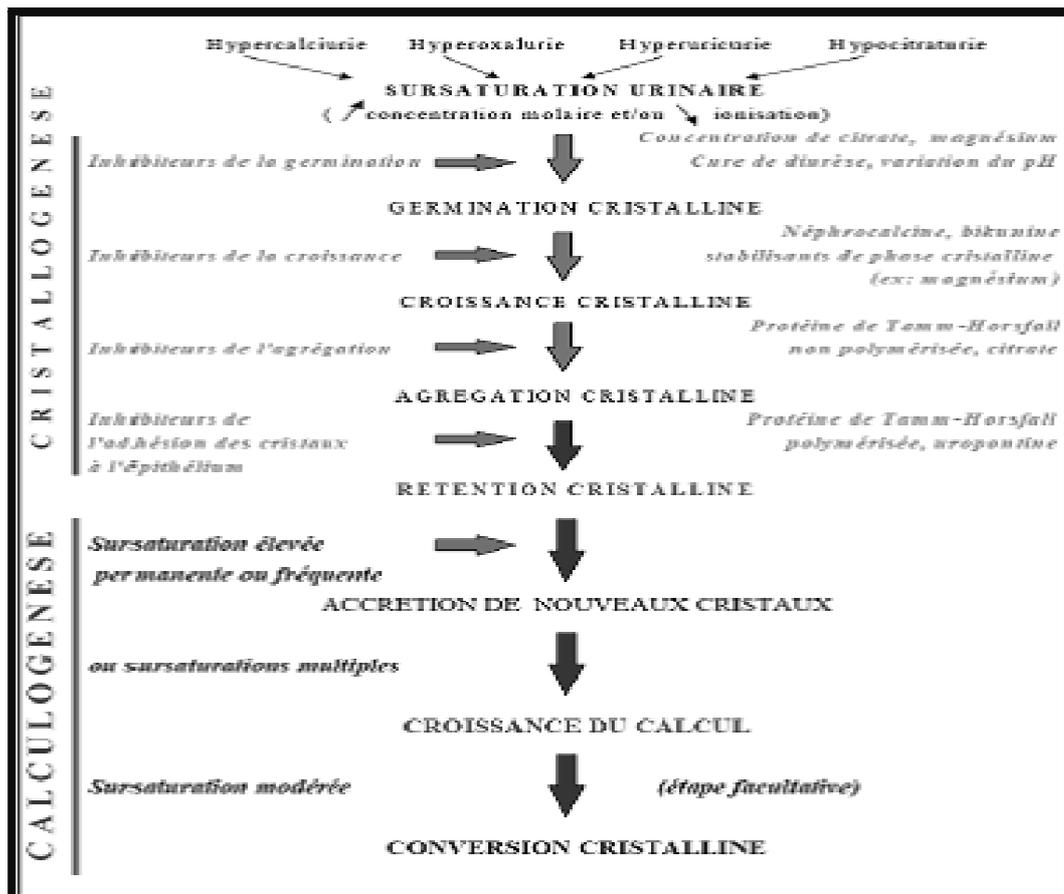
## **5. L'accrétion de nouvelles particules :**

Au niveau de l'appareil urinaire, le calcul peut grossir en fixant de nouveaux cristaux ou en capturant de nouvelles molécules (calculogénèse). Cette croissance repose sur l'accrétion de nouvelles particules cristallines qui résultent d'une cristallogénèse active. Cela suppose un degré de sursaturation élevé en une ou plusieurs substances lithogènes. La croissance cristalline s'exprime généralement de manière intermittente, conditionnée par les habitudes alimentaires, les apports hydriques, les cycles métaboliques, et pour certaines pathologies, l'amplitude des anomalies lithogènes dont elles sont responsables <sup>[35, 40, 41,43]</sup>.

## **6. La conversion cristalline :**

Plusieurs espèces cristallines formées dans les urines et génératrices de calculs sont thermodynamiquement instables. Cela signifie qu'elles ont une propension naturelle à évoluer spontanément vers une autre forme cristalline de la molécule, thermodynamiquement stable, caractérisée par un niveau d'enthalpie minimal.

Ces phénomènes réalisent, dans la majorité des cas, la transformation d'une espèce cristalline hydratée en une de degré d'hydratation inférieure, et cela par un processus de dissolution recristallisation <sup>[35, 40, 41,43]</sup>.



**Figure 10: Schéma général de la lithogénèse <sup>[44]</sup>**

## C. FACTEURS FAVORISANT LES PHENOMENES DE NUCLEATIONS ET D'AGREGATION

❖ Facteurs alimentaires :

- Augmentation des apports exogènes : calcium, oxalate
- Baisse de la diurèse par diminution des apports liquidiens ou par pertes extra rénales augmentées (transpiration)
- Facteurs nutritionnels indirects : augmentation de la consommation de sel, protéine animale et sucre rapide <sup>[45, 46]</sup>

- ❖ augmentation de l'excrétion urinaire de substances cristallisables et production excessive endogène (acide urique)
- ❖ facteurs anatomique favorisant la stase urinaire, et donc les phénomènes de cristallisation des substances lithogènes : (calcul d'organe) :
  - Diverticules caliciels, mégacalicose, diverticules vésicaux
  - Rein en « fer à cheval », rein pelvien, malrotation rénale
  - Vessie neurologique hypo- ou acontractile
  - Uropathie malformative
  - Obstacles cervico-prostatiques
  - Sténose acquise congénitale ou iatrogène de l'arbre urinaire : JPU, compression ou sténose urétérale, sténose urétrale <sup>[45, 46]</sup>
  - ❖ facteur infectieux :
    - Les germes possédant une uréase (proteus Mirabilis, klebsielle, pseudomonas, staphylocoques) favorisant, en milieu basique, la formation des calculs de phosphates amoniaco magnésiens = coralliformes ou calculs complexe
    - l'escherichia coli ne possède pas d'uréase <sup>[47]</sup>.
      - ❖ influence du PH urinaire
  - Un PH acide favorise la formation de calcul d'acide urique, 100 fois plus qu'en milieu basique et d'oxalate de calcium et de cystine
    - ❖ influence des corps étrangers (JJ, corps étrangers intra-vésicaux, prothèse urétrale, poils intra-urétraux en cas d'urétroplastie par patch) <sup>[45, 46]</sup>

## D. PROMOTEURS ET INHIBITEURS

La formation de cristaux dans les urines traduit une rupture d'équilibre entre deux groupes de substances : les promoteurs et les inhibiteurs de cristallisation. Les premiers, lorsqu'ils sont en concentration excessive, engendrent un niveau de sursaturation élevé des urines qui est propice à la cristallisation. Les seconds s'opposent à l'effet des promoteurs et agissent sur les différentes étapes de la cristallogénèse et de la calculogénèse [35, 48, 49,50].

### 1. Les promoteurs :

Ce sont des espèces qui visent la formation du calcul urinaire, pour cela leur concentration doit être suffisamment élevée afin qu'ils soient en sursaturation dans les urines humaines. Dans le cas des lithiases puriques, les principaux promoteurs sont l'acidité et certains cations ; ammonium, calcium, magnésium, potassium... [49,50].

### 2. Les inhibiteurs :

L'action inhibitrice des urines est due à plusieurs substances qui sont de deux types, les inhibiteurs à bas poids moléculaires et les macromolécules, agissant sur les différentes étapes de la formation d'un calcul et selon deux mécanismes d'action [37, 49, 51].

- Incorporation à la maille du calcul ou adsorption au site de croissance du calcul, d'un ou de plusieurs inhibiteurs de cristallisation [50,52]
- Diminution de la sursaturation des urines en promoteurs de la lithogénèse, et ce par la formation de complexes entre l'inhibiteur et le promoteur [50,52].

Le tableau I résume les principaux promoteurs et inhibiteurs.

<u>Promoteurs</u>	<u>Inhibiteurs</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ <i>Ions cristallins :</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Calcium</i></li> <li>➤ <i>Phosphate</i></li> <li>➤ <i>Oxalate</i></li> <li>➤ <i>Magnésium</i></li> <li>➤ <i>Ammonium</i></li> <li>➤ <i>Acide urique</i></li> <li>➤ <i>Xanthine</i></li> </ul> </li> <li>↳ <i>Autres</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Médicaments</i></li> <li>➤ <i>Macromolécules</i></li> <li>➤ <i>Lipides</i></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ <i>Inhibiteurs à bas poids moléculaire :</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Citrate</i></li> <li>➤ <i>Pyrophosphates</i></li> <li>➤ <i>Magnésium</i></li> <li>➤ <i>Zinc</i></li> </ul> </li> <li>↳ <i>Macromolécules</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Glycosaminoglycane</i></li> <li>➤ <i>Glycoprotéines</i></li> <li>➤ <i>Acide ribonucléique</i></li> <li>➤ <i>surfactants</i></li> </ul> </li> </ul>

**Tableau I : Principaux promoteurs et inhibiteurs de la cristallisation** <sup>[53]</sup>

## E. CRISTALLOGRAPHIE DES CALCULS URINAIRES <sup>[54]</sup>

❖ **Oxalate de calcium** : 30 %

- forme monohydratée ou whewellite oxalodépendante : rond, mamelonné
- forme dihydratée ou wedellite : spéculé
- forme trihydratée instable oxalodépendante

❖ **phosphate de calcium** : 10% :

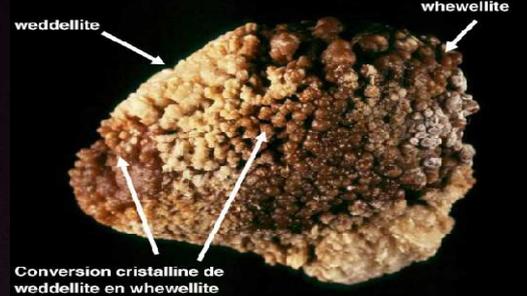
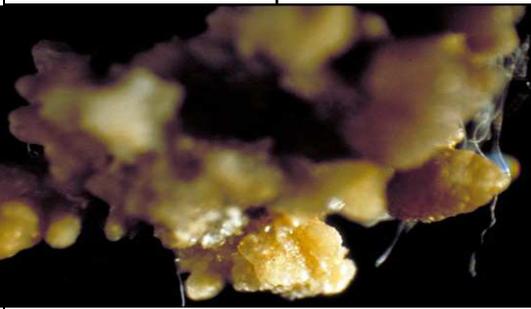
- Carbapatite, phosphate de Ca carbonaté 79 %
- Brushite, phosphate acide de Ca dihydraté
- Whitlockite phosphate de Ca et Mg

❖ **oxalo-phosphocalcique** : 40 %

❖ **phospho-amoniaco-magnésien ou struvite** : 10 à 15 %

❖ **Urique** : 5 à 10 %

❖ **Autres** : cystinique 1%, xanthique, médicamenteux moins de 1 %.

 <p>Plaque de Randall de carbapatite</p>	 <p>weddellite</p> <p>whewellite</p> <p>Conversion cristalline de weddellite en whewellite</p>
<p>Oxalate de calcium Whewellite</p>	<p>Oxalate de calcium Weddellite</p>
	
<p>Phosphate de calcium Carbapatite</p>	<p>Phosphate de calcium Burshite</p>
	
<p>Cystine</p>	<p>Acide urique</p>
	
<p>Struvite</p>	<p>Différents types de calculs</p>

**Tableau II : Différents types de calculs urinaires** [55, 56]

## IV. IMAGERIE ET CALCUL DU HAUT APPAREIL URINAIRE :

### A. QUALITE DE L'IMAGERIE:

L'interprétation d'une imagerie dépend de la qualité de l'examen radiologique. L'analyse d'une image radiologique doit débiter par l'analyse de la qualité de l'examen.

Pour un **abdomen sans préparation (ASP)**, le cliché doit être réalisé en position allongée. L'ombre du muscle psoas et les contours du rein doivent être visibles.

Pour une **urographie intraveineuse (UIV)**, les clichés doivent être minutés avec des clichés à une, cinq et dix minutes, puis toutes les cinq minutes. Le produit de contraste utilisé doit être de faible osmolalité.

Pour une **échographie**, le rein doit être analysé avec une sonde de moins de 3,5 MHz et la vessie avec une sonde de moins de 5 MHz. L'effet Doppler ne permet d'identifier que des signes indirects de calcul et a peu d'intérêt en pratique pour les calculs, même avec la mesure de l'index de résistance.

La **tomodensitométrie (TDM)** rénale doit être réalisée avec des énergies de 120–140 kV et 300 mA. Les coupes doivent être fines et chevauchées (< 5 mm). Sur les images, les tissus (foie, rate, reins) doivent apparaître homogènes. La mesure des densités des images hyperdenses doit être systématique. Un calcul a une densité inférieure à 300 UH. <sup>[2]</sup>

### B. APPORT DE L'IMAGERIE :

#### 1. L'ASP :

Le cliché d' « Abdomen Sans Préparation » ou « abdomen à vide » ou « appareil urinaire sans préparation » selon les Ecdes, a constitué pendant des décennies l'examen d'urgence réalisé devant un abdomen aigu.

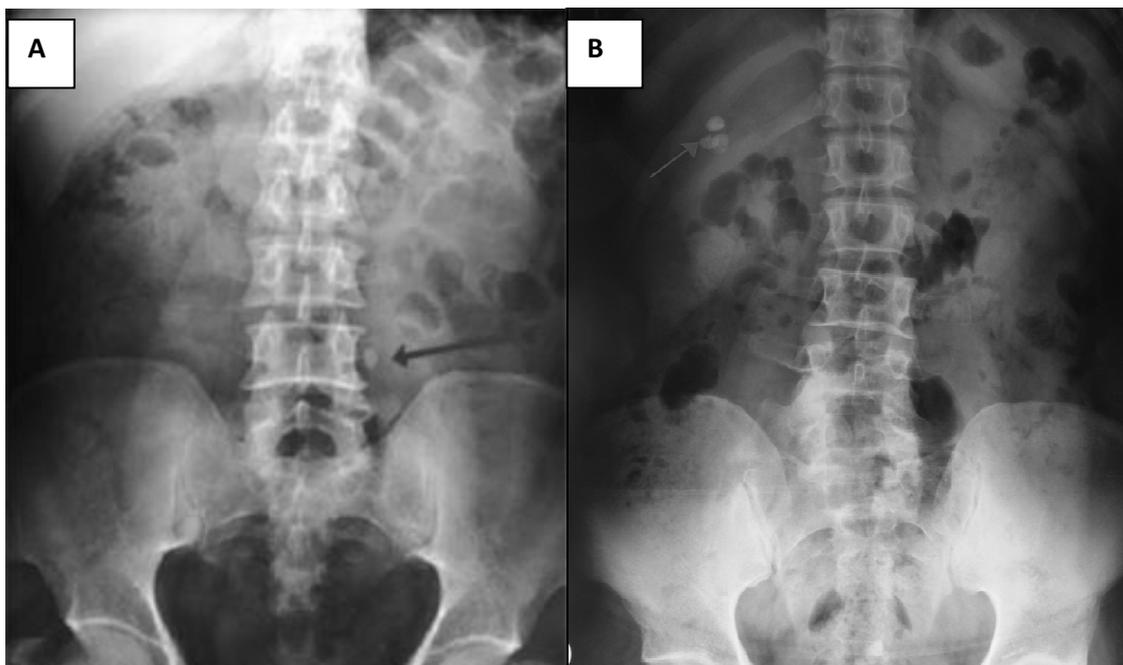
ASP peut mettre en évidence une opacité lithiasique sur le trajet des voies urinaires et à apprécier sa topographie, sa taille et le nombre de calculs.

L'ASP a cependant des limites car un calcul peut ne pas être vu parce qu'il est trop petit, radiotransparent, masqué par l'aéroiléie ou la stase stercorale de l'iléus réflexe ou être en projection sur les reliefs osseux.

Au niveau pelvien, un calcul est souvent difficile à différencier d'un phlébolithe, même si ce dernier a un aspect en général arrondi, à centre clair.

Au total, l'ASP a une sensibilité et une spécificité faibles (45% et 77% respectivement) pour le diagnostic d'obstruction d'origine lithiasique, mais également pour le diagnostic d'autres pathologies abdominales.

L'ASP garde un intérêt pour les patients ayant une histoire lithiasique connue et documentée en permettant une comparaison avec les clichés antérieurs <sup>[57]</sup>.



**Figure 11 : A : ASP montrant un calcul sur le trajet de l'uretère gauche**

**B : ASP montrant des calculs caliciels du rein droit (Patients du service)**

## 2. L'échographie

Les calculs, lorsqu'ils sont accessibles à l'examen, sont en général bien visibles sous la forme d'une zone hyperéchogène avec un cône d'ombre postérieur. Cependant, les seules zones accessibles à l'exploration sont le rein et la partie haute de l'uretère si celui-ci est dilaté et la région rétrovésicale si la vessie est pleine, toutes les images hyperéchogènes au niveau du rein ne sont pas des calculs (faux positifs de calcifications vasculaires) et un complément d'imagerie utilisant les rayons X est nécessaire pour confirmer l'origine lithiasique d'une petite zone hyperéchogène et apprécier son caractère pathologique. A l'opposé un petit calcul de moins de 4 mm peut être méconnu à l'échographie. Un calcul radio-transparent a le même aspect hyperéchogène qu'un calcul radio-opaque dont le traitement est différent.

L'échographie utilisée seule a une sensibilité de 10 à 50 % selon les séries et a donc un intérêt limité pour la mise en évidence des calculs : dans ces conditions, elle ne peut pas être considérée comme suffisamment performante dans le bilan de la lithiase urinaire [57].



**Figure 12 : Échographie rénale montrant un calcul du rein droit**

**(Patient du service)**

### 3. L'association ASP - échographie

Le couple ASP-échographie qui a remplacé l'UIV en urgence et qui était jusqu'ici préconisé par les conférences de consensus permet d'accroître de façon significative la sensibilité de l'échographie isolée.

Cette association combine les avantages de l'ASP pour la détection des opacités lithiasiques à ceux de l'échographie, surtout intéressante pour les signes indirects de l'obstacle (dilatation...)

La sensibilité est de plus de 90 % avec une spécificité de 75 à près de 100%. Cette association reste donc une alternative lorsque l'accès à un scanner est limité. Elle reste cependant opérateur-dépendante [57].

### 4. Le scanner

#### a. Technique :

Le scanner spiralé, si possible multibarrette, est l'examen d'imagerie qui a la meilleure sensibilité et spécificité (Tableau III), elle permet l'exploration depuis les coupes diaphragmatiques jusqu'au pubis en moins de 30 secondes. En l'absence d'injection d'iode, l'examen qui se limite à cette acquisition unique est donc extrêmement rapide pour le patient (moins de 5 minutes) [2, 57]

	ASP	Échographie	ASP/écho	TDM non injectée
Sensibilité (%)	45	10-50	90	100
Spécificité (%)	77	50	75-100	95

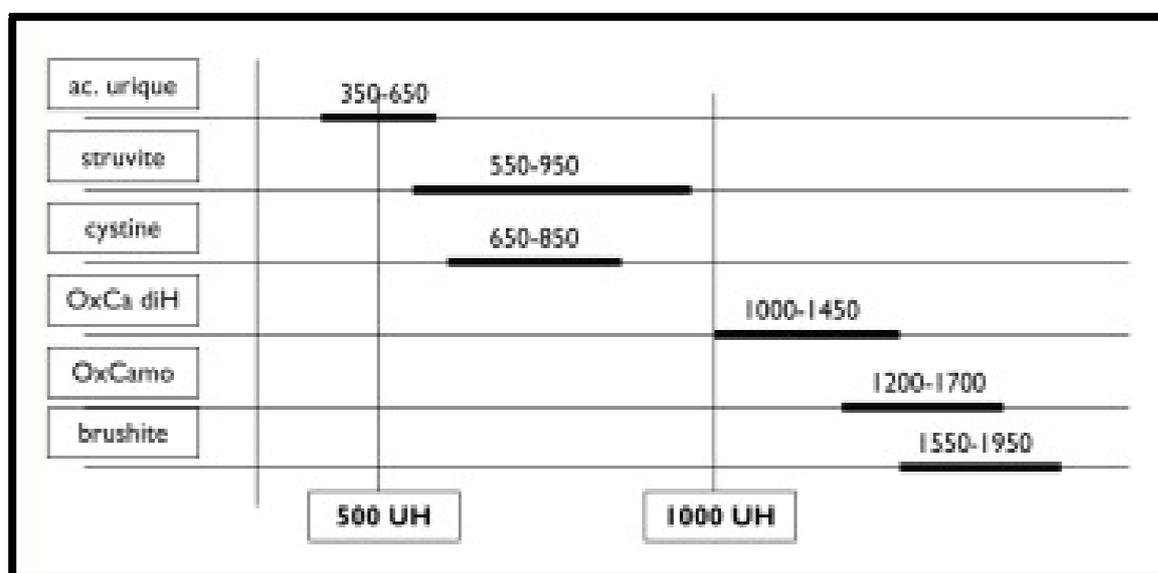
**Tableau III : Performances des examens d'imagerie pour le diagnostic de lithiase urinaire [2].**

### b. Apport de la TDM :

Le scanner est capable de visualiser des éléments lithiasiques de très faible taille, jusqu'à 2 mm et ceci quelle que soit leur situation par rapport aux éléments osseux.

Les calculs radiotransparents sur l'ASP (calculs d'acide urique ou certains de cystine) ont un coefficient d'atténuation supérieur aux tissus environnants qui leur permet d'être très bien mis en évidence au scanner (Figure 13) [57].

Outre le diagnostic de calcul, actuellement, la dureté d'un calcul peut être évaluée par la TDM qui permet de prédire la composition chimique du calcul par la mesure de densité en unité Hounsfield (UH). La mesure de densité peut varier de 200 à 2460 UH. La fiabilité de la valeur UH est optimale sur des coupes fines inférieures ou égales à 3mm et avec des paramètres d'image en fenêtre large pour détecter l'aspect hétérogène de certains calculs. L'intérêt prédictif de la nature du calcul ne peut être établi que pour les calculs d'acide urique (densités variant de 200 à 630 UH, généralement < à 500 UH) ; pour les autres calculs, il n'y a pas de valeur de densité spécifique. Plusieurs études ont tenté d'associer la mesure de densité du calcul à sa nature chimique et à sa dureté [58].



**Figure 13 : Densité et composition chimique des calculs [58].**

La visibilité des calculs sur l'ASP est fortement corrélée à leur taille et à leur coefficient d'atténuation au scanner:

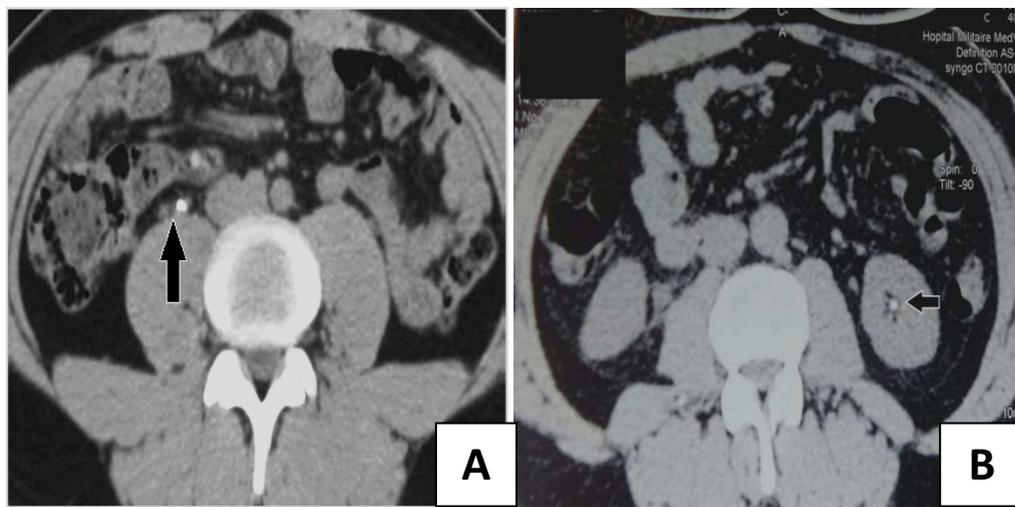
- 80 % des calculs détectés au scanner sont visibles sur l'ASP dès lors que leur taille est supérieure à 5 mm

- 95 % des calculs de densité supérieure à 300 UH sont visibles sur l'ASP, pour 8 % seulement si la densité est inférieure à 200 UH.

De nombreuses études ont montré que le scanner était plus efficace que l'UIV pour l'identification des calculs urétéraux, avec une sensibilité approchant les 100 % et une spécificité un peu moindre.

Pour repérer au mieux un petit calcul urétéral, il est nécessaire de suivre le trajet de la voie urinaire de coupe axiale en coupe axiale, celui-ci se trouvant, comme pour l'UIV, à la jonction entre la portion sus-jacente dilatée et la portion normale [57].

La TDM permet aussi de mettre en évidence des signes indirects de calcul, notamment en cas d'obstruction urétérale aiguë : dilatation urétérale (60–90 %), œdème péri-urétéral et infiltration de la graisse périrénale (40–80 %), augmentation de la taille du rein. [2].



**Figure 14 : TDM sans injection de produit de contraste.**

**A. Calcul urétéral droit. B. Calcul rénal gauche (patients de service)**

## **5. L'IRM :**

L'IRM est indiquée chez la femme enceinte ou chez l'insuffisant rénal, Le calcul n'est pas visible en IRM, il est évoqué en séquence T2 par des signes indirects ou en cas d'obstruction. L'IRM peut être sensibilisée par l'injection de furosémide.

Malheureusement, elle n'a aucune fiabilité pour détecter des calculs de petite taille ou non obstructifs car elle ne permet pas de montrer une structure calcique. Ce ne sont donc que des signes indirects (lacune, stase...) qui peuvent permettre le diagnostic.

Il n'existe pas d'étude comparative avec les autres modalités d'imagerie des calculs urinaires <sup>[2,57]</sup>.

## V. LITHOTRITIE EXTRACORPORELLE

### A. DEFINITION :

La lithotritie extracorporelle (LEC) est la fragmentation des calculs urinaires par des ondes de choc créées par un générateur extracorporel.

L'étymologie du mot lithotritie vient du grec « lithos » qui signifie pierre et du latin « terere » qui signifie broyer. Mise au point par des urologues Munichois, la LEC a été appliquée à l'homme en 1982 et le premier lithotriteur extracorporel disponible en France a été installé en 1984 <sup>[59, 60]</sup>.

### B. PRINCIPE ET TECHNIQUE DE LA LEC

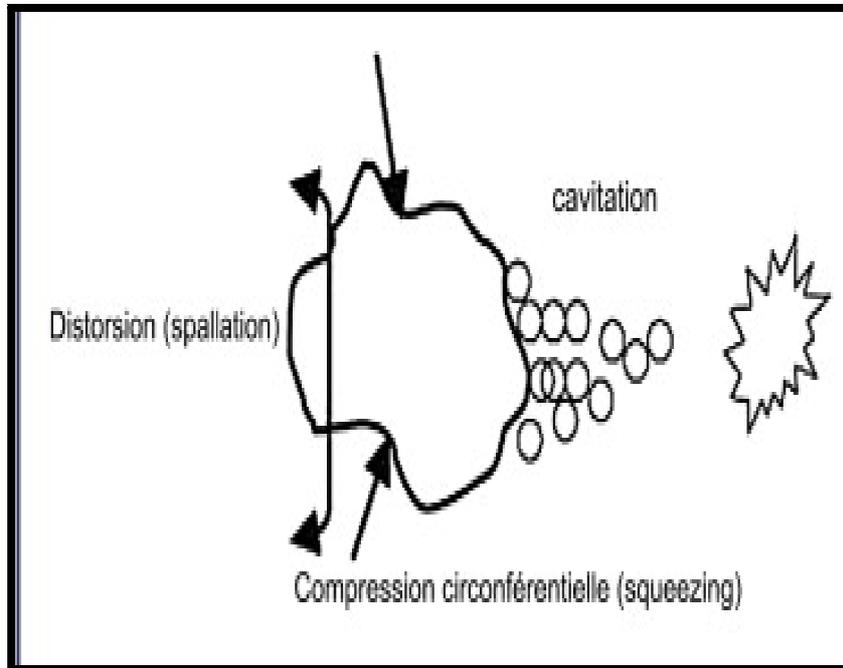
Le mécanisme d'action de la LEC repose sur la fabrication, la focalisation et la diffusion des ondes de choc (OC). Ces OC sont des ondes acoustiques réalisant un choc acoustique d'une durée moyenne de 400 ns et d'une pression moyenne de 1500 bars. La caractéristique principale de cette OC est un pic de surpression de 30 ns, suivie d'une dépression de 300 ns. Les OC créent un phénomène de cavitation du gaz dissout dans les tissus. La succession des OC crée la formation de bulles de gaz. Ces bulles s'organisent en grappe ou clusters. Ces clusters exercent sur la surface du calcul, différentes forces de distorsion (*spallation*) et de pression (*squeezing*). Ces forces fragmentent le calcul en fragments de moins de 2 mm. <sup>[60]</sup>

#### 1. La fabrication des ondes de choc :

La fabrication des OC est assurée par des générateurs selon différents systèmes. Le plus ancien est le système électrohydraulique dont le principe consiste en une décharge électrique brutale (arc électrique) dans un milieu liquidien.

Ce système a évolué en un système électroconductif dont l'avantage est d'assurer une meilleure stabilité de la puissance des OC. Le système piézoélectrique obtient des OC en faisant se contracter et se dilater des quartzs grâce à des impulsions électriques successives. Enfin, le système

électromagnétique est basé sur le déplacement d'une membrane métallique par un champ magnétique induit par une décharge électrique. <sup>[60]</sup>



**Figure 15 : Mécanismes de fragmentation des ondes de choc** <sup>[59]</sup>.

## 2. La diffusion des ondes de choc :

Une fois générées ces OC ont la propriété de diffuser dans tous les milieux quelle que soit leur impédance acoustique. Lorsqu'elles passent d'un milieu à un autre, elles perdent d'autant plus d'énergie que leurs impédances acoustiques sont différentes. Cette perte d'énergie contribue notamment au phénomène de cavitation décrit ci-dessus présidant à la fragmentation des calculs. Le corps humain étant constitué à 60 % d'eau, la progression des OC s'y fait sans trop de perte d'énergie sauf lorsque ces ondes rencontrent de l'air, de l'os ou des calculs urinaires. Il est important d'assurer un bon couplage entre le générateur qui fabrique les OC et le

corps humain pour éviter des pertes d'énergie inutiles. C'est pourquoi le premier lithotriteur munichois consistait en une cuve remplie d'eau, au fond de laquelle se trouvait le générateur d'OC et dans laquelle était trempé le ou la patiente d'où l'emploi à cette époque du terme de « baignoire ». Ce système de transmission peu pratique a évolué vers les coussins à eau au sein desquels se trouve le générateur et qui, appliqués sur la peau du patient permettent une transmission des OC sans perte d'énergie importante et assurent ainsi le couplage générateur—patient. <sup>[60]</sup>

### **3. La focalisation des ondes de choc :**

Pour optimiser l'efficacité des OC, toutes ces machines sont équipées de systèmes permettant de focaliser les OC : réflexion des OC sur une cupule métallique, lentille acoustique ou disposition des quartzs sur une cupule. Cette focalisation se caractérise par une zone de focalisation appelée tache focale où l'énergie délivrée est suffisante pour une bonne fragmentation des calculs. <sup>[60]</sup>

### **4. Les paramètres influençant l'effet des ondes de choc :**

L'effet de fragmentation du calcul par les OC dépend plus de l'énergie de l'onde, de la taille de la tache focale, de la fréquence et du nombre d'OC délivrées.

Pour la fragmentation, l'énergie de l'onde (en mJ) joue un rôle plus important que la pression.

Actuellement, il vaut mieux privilégier les lithotriteurs ayant une tache focale large. La tache focale doit si possible être plus large que le calcul pour obtenir une bonne fragmentation, du fait des mouvements du calcul pendant la respiration et de la meilleure répartition de la pression (*squeezing*) à la surface du calcul.

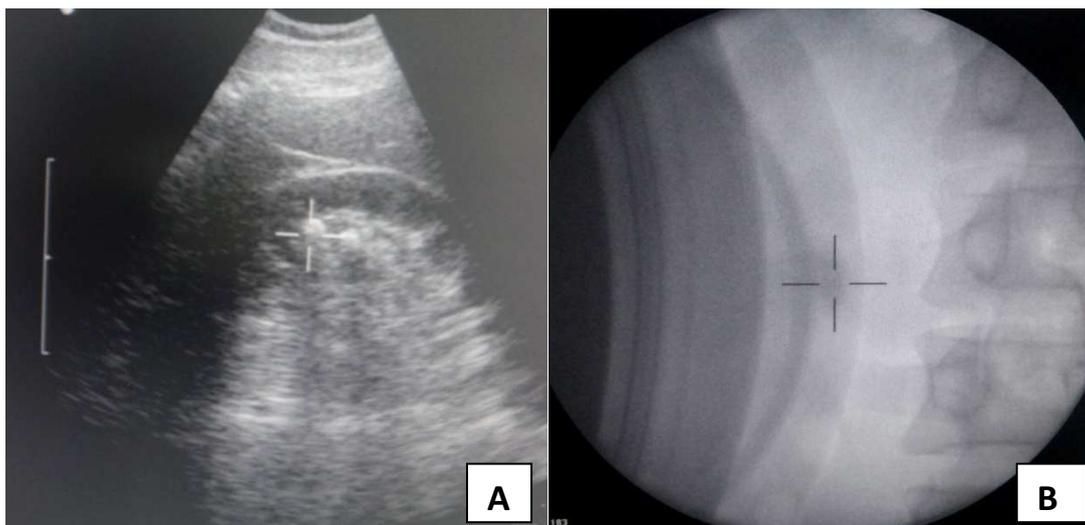
Pour une fragmentation optimale, il faut utiliser des fréquences basses, idéalement de 1 Hz (une OC par seconde), voire 1,5 Hz. L'utilisation de fréquences faibles permet une meilleure fragmentation, moins d'analgésie

car à cette fréquence les clusters des bulles de cavitations n'interfèrent pas avec les OC.

De plus, à la fréquence de 1 Hz, l'onde de pression négative est plus profonde, sans que le pic de pression positive soit affecté. <sup>[60]</sup>

### **5. Le repérage des calculs :**

Les OC vont être focalisées sur le calcul dont idéalement le volume doit s'inscrire dans la tache focale pour un effet maximal. Pour cela, le calcul sera repéré soit par un système fluoroscopique, soit par un système échographique et le rôle de la personne en charge de la séance de LEC (urologue le plus souvent mais parfois aussi technicien) sera de faire coïncider le calcul avec la tache focale de façon manuelle ou semi-automatique.



**Figure 16 : Méthodes de repérage des calculs : A : repérage échographique, B : repérage fluoroscopique (patients de service)**

Actuellement, il est recommandé de réaliser la séance de LEC avec un repérage itératif (radioscopie) ou en temps réel (échographie). Les calculs situés dans l'uretère sont repérés en scopie et doivent donc être radio-opaques, alors que les calculs situés dans les cavités rénales ou dans les portions de l'uretère très proches du bassinet ou de la vessie peuvent être repérés échographiquement ce qui est utile quand ils sont peu ou pas radio-opaques. Le suivi en temps réel du calcul grâce au repérage échographique permet d'optimiser les résultats de la lithotritie extracorporelle et de diminuer de plus de 60 % l'irradiation du patient.

Il existe plusieurs types de méthode de repérage échographiques selon les constructeurs :

- hors ligne : la sonde d'échographie peut être déplacée de façon isocentrique sur le point focal pour changer l'angle de vision, pour une meilleure visualisation de l'image (sonde d'échographie au contact de la peau) (exemple : lithotriteur de la société Dornier)
- en ligne : la sonde d'échographie est intégrée dans le générateur d'ultrasons, dans l'axe des ondes de choc. L'image est toujours positionnée sur le point focal (exemple : litho-triteur de la société Wolf).<sup>[60,61]</sup>



**Figure 17 : lithotriteurs équipés de deux systèmes de repérage** <sup>[61]</sup>.

A : Lithotriteur société Dornier, B : lithotriteur société Richard Wolf.

## C. PREPARATION DU MALADE A LA LEC :

### 1. Bilan préopératoire :

Comme toute intervention, la LEC nécessite un bilan préopératoire simple évaluant la stérilité des urines, la coagulation et l'état cardiaque, ce bilan a été bien défini dans les recommandations européennes et françaises du comité lithiase de l'AFU (CLAFU). <sup>[59, 62]</sup>

➤ **Les pré-requis à une séance de LEC** Selon les recommandations de l'AFU :

- la stérilité des urines peut être affirmée par la négativité d'une bandelette urinaire dans les cas simples ou un ECBU ;
- une antibioprophylaxie n'est pas indispensable mais dépend du risque infectieux et sera prescrite en cas d'infection urinaire ou urologique, de valve cardiaque. Une antibiothérapie de couverture sera réservée aux calculs infectieux ;
- les anticoagulants ou anti-aggrégants plaquettaires doivent être arrêtés cinq à huit jours avant la séance de LEC
- une imagerie de qualité permettant de localiser le calcul est nécessaire et peut consister en un cliché de l'abdomen sans préparation éventuellement associé à une échographie ou au mieux en un scanner abdominopelvien non injecté. Une imagerie avec injection de produit de contraste peut être utile selon les cas pour s'assurer de la position exacte du calcul au sein des cavités rénales (calculs diverticulaires ou précaliciels faisant parfois reconsidérer l'indication de LEC), s'assurer de la liberté de la voie urinaire en aval du calcul et écarter une obstruction sévère devant faire l'objet préalable d'un drainage par sonde urétérale ou néphrostomie ;
- la mise en place systématique avant la séance d'une sonde double J n'est pas recommandée sauf en cas de rein unique. <sup>[60]</sup>

## **2. Anesthésie :**

Selon l'énergie des OC délivrées, variable selon les lithotriteurs et selon le choix de l'opérateur, selon la largeur du faisceau d'OC, selon la sensibilité du patient, la pénétration des OC dans le corps humain va s'accompagner d'une douleur elle aussi variable au point d'entrée des OC mais aussi au point de sortie lorsque ces ondes auront traversé de part en part le corps humain. Il est ainsi possible de réaliser une séance de LEC sans rien, avec une simple prémédication ou un traitement antalgique per os, après

application d'un gel anesthésiant cutané, sous sédation ou sous anesthésie générale.<sup>[60]</sup>

## **D. INDICATIONS DE LA LEC**

Quelle que soit la technique de LEC utilisée, les résultats dépendent des indications de la LEC.

Ces indications sont :

- pour les calculs rénaux : les calculs inférieurs à 20 mm. Les calculs caliciels asymptomatiques de moins de 5 mm ne sont pas indiqués pour la LEC mais peuvent être surveillés ;
- pour les calculs urétéraux : tous les calculs repérables sont une indication dans la mesure où contrairement au rein les calculs urétéraux très volumineux (> 20 mm) sont exceptionnels. Des séances de LEC ont été proposées en urgence au décours d'une colique néphrétique, mais en règle générale il est habituel de traiter les calculs qui ne s'éliminent pas sous l'effet du traitement médical après un délai de quelques semaines.<sup>[60]</sup>

## **E. CONTRE-INDICATIONS DE LA LEC:**

Les contre-indications consensuelles de la LEC sont :

- une grossesse en cours ;
- des malformations musculosquelettiques sévères ;
- une obésité sévère ;
- un anévrisme de l'aorte ou de l'artère rénale ;
- des troubles de la coagulation non contrôlés ;
- une infection urinaire non traitée ;
- un pacemaker (dépend du constructeur).

Ces contre-indications sont le plus souvent relatives, sous certaines conditions<sup>[60]</sup>.

## **F. RESULTATS DE LA LEC**

Ces résultats seront appréciés un à trois mois après la séance par la réalisation d'un cliché de l'abdomen sans préparation (ASP), d'une échographie ou d'un scanner abdominopelvien non injecté.

Pour les calculs rénaux, le taux de succès global à trois mois de la LEC pour les calculs du rein est de 70 à 80 %

Pour les calculs urétéraux les résultats varient selon la taille et la localisation des calculs de 73 à 89 % après un nombre moyen de séance de 1,36.

En dehors de la taille et de la localisation des calculs, les facteurs influençant négativement les résultats de la LEC sont la dureté du calcul et donc sa nature chimique, l'obésité (distance peau calcul > 10 cm), les calculs anciens ou impactés. <sup>[60]</sup>

## **G. COMPLICATIONS :**

Les complications de la LEC rapportées dans les recommandations 2013 de l'EAU figurent dans le Tableau IV.

Complications	%
<i>Liées aux fragments</i>	
Empièrrement urétéral	4–7
Repousse de fragments résiduels	21–59
Colique néphrétique	2–4
<i>Infectieuses</i>	
Bactériurie dans les calculs non infectieux	7,7–23
Sepsis	1–2,7
<i>Effets tissulaires</i>	
Rénaux	
Hématome symptomatique	< 1
Hématome asymptomatique	4–19
Cardiovasculaires	
Troubles du rythme	11–59
Évènements cardiaques morbides	Cas rapportés
Gastro-intestinaux	
Perforation intestinale	Cas rapportés
Hématome splénique ou hépatique	Cas rapportés

**Tableau IV : Complications de la lithotritie extracorporelle.** <sup>[60]</sup>



*MATERIEIS ET  
METHODES*

## **I. METHODES DE SELECTION:**

### **A. TYPE ET CADRE DE L'ETUDE :**

Il s'agit d'une étude rétrospective menée au service d'urologie de l'Hôpital Militaire Med V (HMMV) de RABAT.

### **B. SELECTION DES PATIENTS :**

Notre travail a porté sur tous les patients candidats à la LEC pour calculs des voies urinaires supérieures, **entre Avril 2008 et mars 2011.**

Les données des patients ont été notées dans un registre par les médecins du service.

### **C. CRITERES D'INCLUSION :**

Les critères d'inclusion étaient: des calculs radio-opaques mesurant entre 5 et 20 mm chez les patients qui avaient bénéficié d'un ASP (abdomen sans préparation) pré-thérapeutique, une TDM en prétraitement a été demandée chez tous nos patients avec précision de la densité des calculs en unités Hounsfield et de la distance entre la peau et le calcul (SSD).

### **D. CRITERES DE NON INCLUSION :**

Les patients qui avaient une endoprothèse urétérale (sonde urétérale ou sonde double J) ou sonde de néphrostomie ont été exclus de l'étude.

## **II. METHODES D'INTERVENTION :**

Tous les patients avaient une TDM hélicoïdale dont les images ont été obtenues en utilisant le mode de haute qualité à 200-240 mA, 120 Kv et 5mm collimation reconstruit à 3,75 mm

La détermination de la densité des calculs et de la SSD a été effectuée par des spécialistes en radiologie. Pour la mesure de la densité, des plans

axiaux ont été définis pour chaque calcul. Dans chaque plan, une zone d'intérêt plus petit que le calcul a été créée ; la densité a été enregistrée en HU, la valeur moyenne des trois valeurs a été calculée. La SSD enregistrée en mm a été calculée comme la valeur moyenne des trois distances mesurées entre le centre du calcul et de la peau (0°, 45° et 90°). tous les patients ont reçu 4000 ondes de choc avec un siemens lithostarmultiligne lithotriteur (Allemagne), (Figure 18).

Les calculs ont été fragmentés, sous control fluoroscopique.

### **III. METHODES D'EVALUATION :**

Un abdomen sans préparation post-LEC a été utilisé pour évaluer la fragmentation des calculs à < 2 ou < 6 semaines, respectivement. (Les radiographies ont été signalées par le radiologue consultant).

Si des fragments résiduelles étaient < 3 mm, les patients ont été considérés comme ayant obtenu un succès des résultats de la LEC.

### **IV. METHODES STATISTIQUES**

Ont été notés, les caractéristiques suivantes des patients : l'âge, le sexe, les antécédents, les symptômes cliniques, la densité des calculs, la distance calcul-peau, le nombre de séances, nombres et intensité des chocs délivrés et les complications durant et /ou après les séances de LEC.

L'analyse statistique a été réalisée avec le test t de student et corrélation de Pearson en utilisant MINITAB version 15.



**Figure 18 : le lithotriteur de l'hôpital militaire Mohammed V de rabat**

# *RESULTATS*



Sur les 105 patients qui ont subi la LEC, 89 patients répondaient aux critères de l'étude.

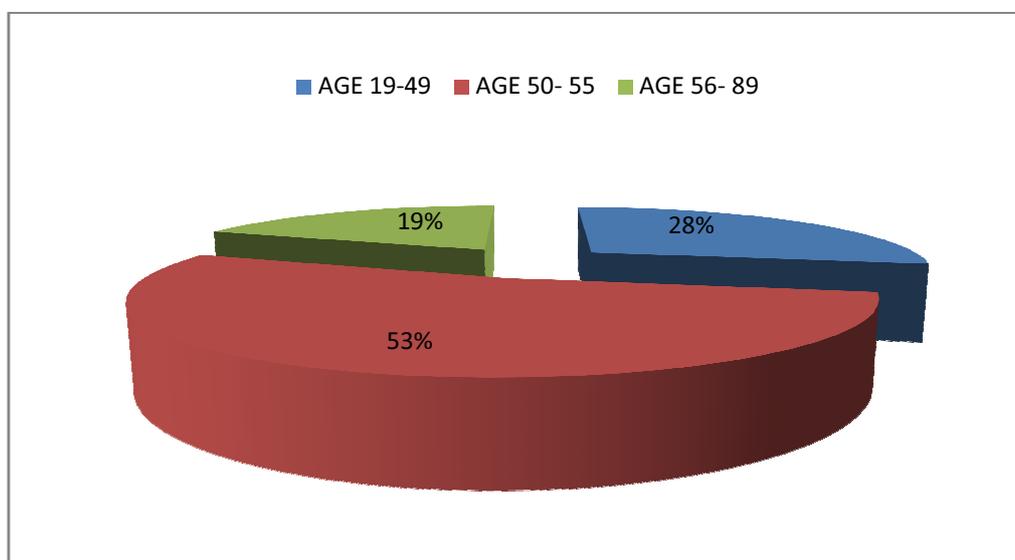
## I. CARACTERISTIQUES EPIDEMIOLOGIQUES :

### A. REPARTITION SELON L'AGE :

L'âge moyen des patients était de 52 ans, avec des extrêmes allant de 19 ans à 85 ans.

Tranche d'âge (ans)	19-49	50-55	56-85
nombre de patients	25	47	17
Pourcentage	28 %	52,8 %	19,2 %

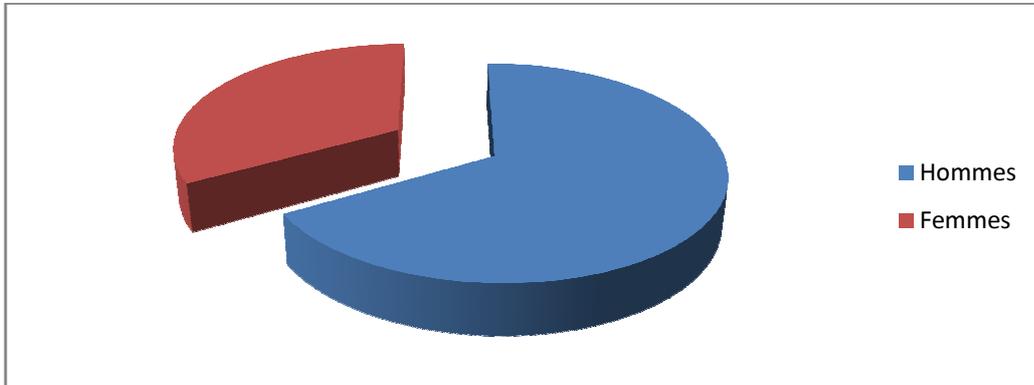
**Tableau V: Répartition des patients selon la tranche d'âge.**



**Graphique 1 : Répartition des patients selon la tranche d'âge**

## B. REPARTITION SELON LE SEXE :

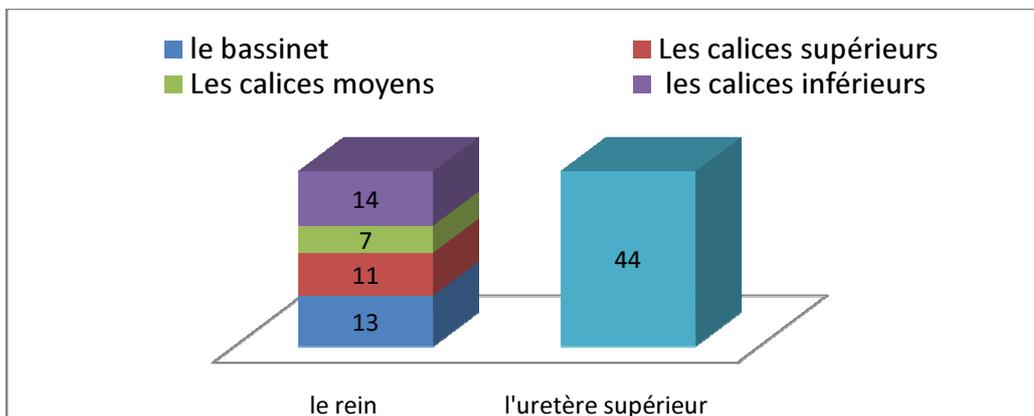
La répartition selon le sexe a trouvé une prédominance masculine, les deux tiers des patients étaient de sexe masculin.



**Graphique 2 : Répartition des patients selon le sexe**

## II. CARACTERISTIQUES PARACLINIQUES :

### A. REPARTITION SELON LA LOCALISATION DES CALCULS :



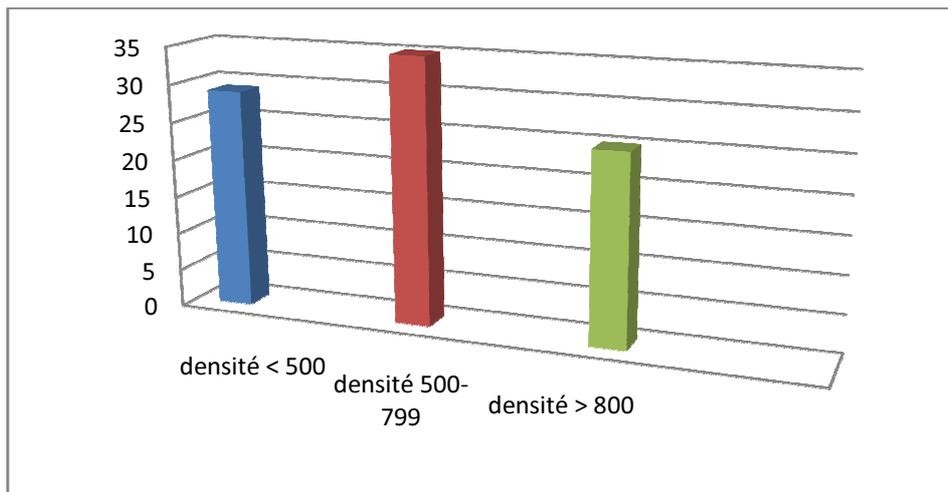
**Graphique 3 : Répartition des patients selon la localisation des calculs**

Les calculs ont été répartis de manière égale entre l'uretère supérieur (n=44) et le rein (n=45), le nombre de patients avec des calculs trouvés au niveau, du bassin, des calices supérieur, moyen et inférieur étaient 13, 11, 7 et 14, respectivement.

## B. REPARTITION SELON LA DENSITE DES CALCULS :

Densité des calculs en UH	< 500	500- 799	>800
Nombre des patients	29	35	25
Pourcentage %	32,6 %	39,4 %	28 %

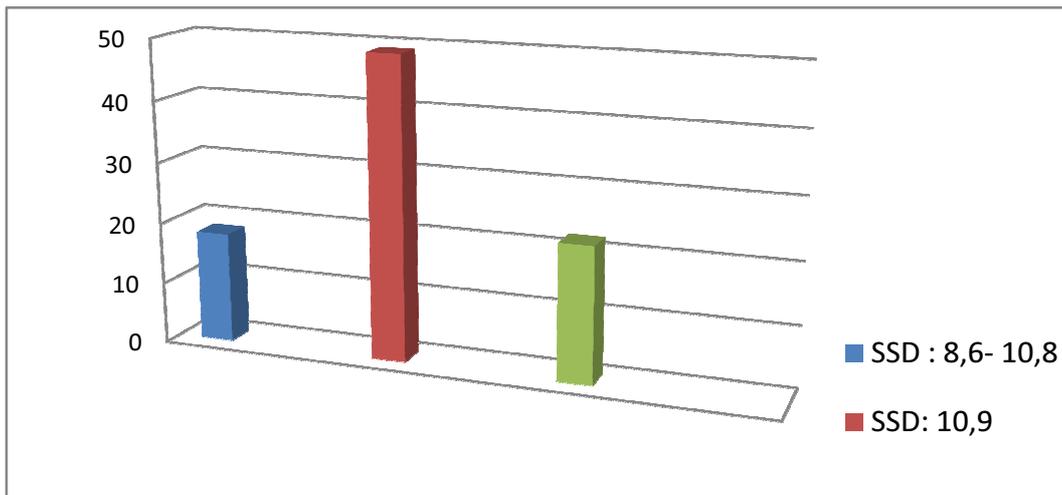
**Tableau VI : Répartition des patients selon la densité des calculs.**



**Graphique 4 : Répartition des patients selon la densité des calculs en UH.**

## C. REPARTITION SELON LA DISTANCE PEAU-CALCUL :

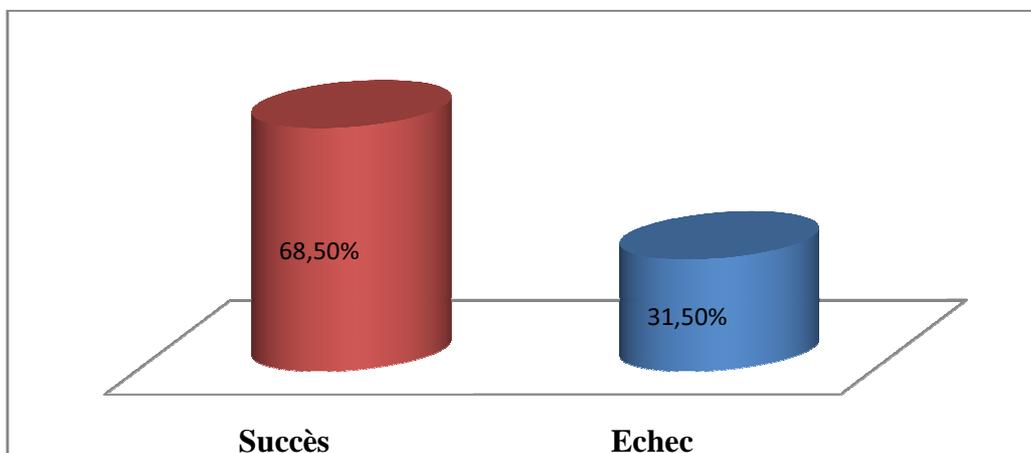
La moyenne de distance peau-calcul est de 10,9 cm avec des extrêmes allant de 8,6 à 13,8 cm.



**Graphique 5 : Répartition des patients selon la distance peau-calcul (SSD)**

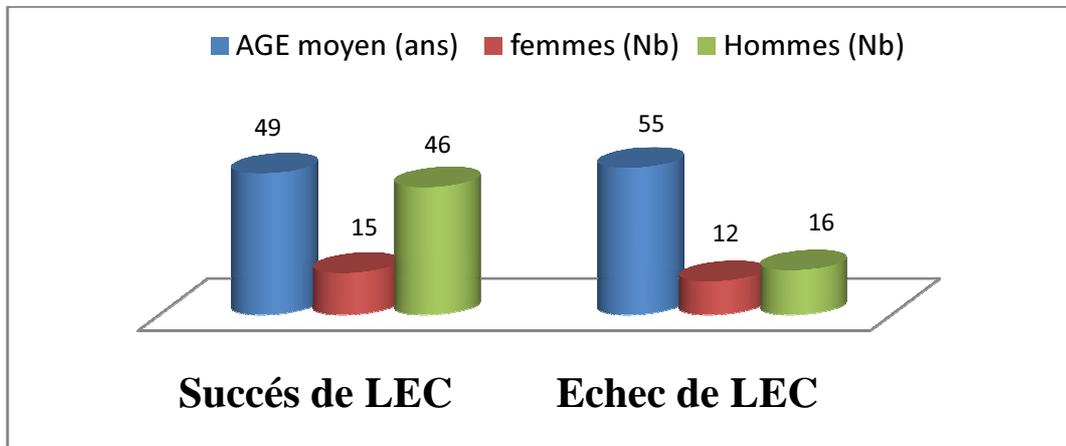
### III. RESULTATS DE LA LEC :

Le succès global du traitement par LEC a été observé chez 68,5 % des patients.



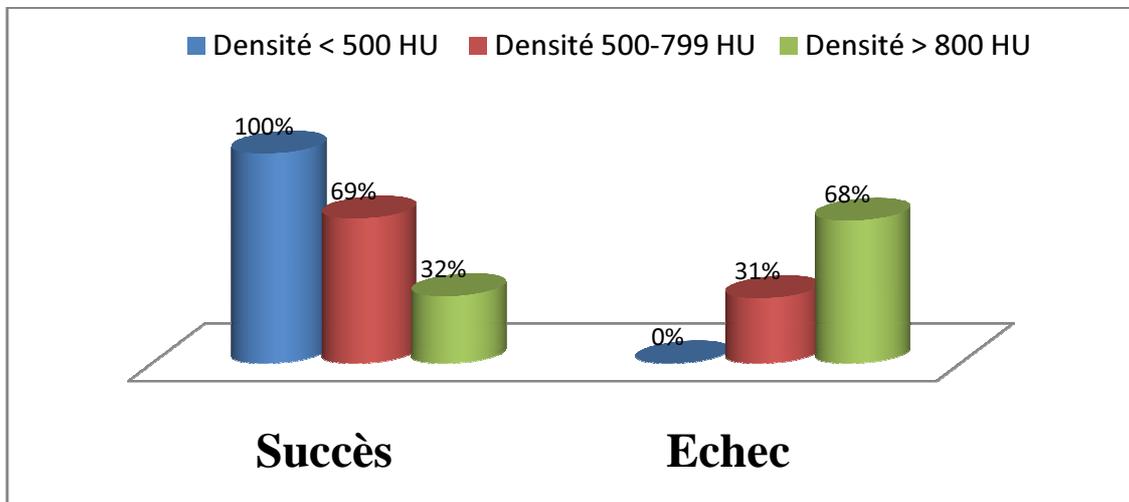
**Graphique 6 : Résultats de la LEC selon le nombre des patients**

### A. SELON L'AGE ET LE SEXE :



**Graphique 7 : Résultats de la LEC selon l'âge et le sexe**

### B. SELON LA DENSITE DES CALCULS :



**Graphique 8 : Résultats de la LEC selon la densité du calcul**

Le succès et l'échec de la LEC ont été observés avec des densités moyennes des calculs de 505 +/- 153 et 803 +/- 93 HU, respectivement (les résultats sont représentés en moyenne +/- écarts-type). La différence était statistiquement significative ( $p < 0,001$ , test de student).

Cette différence était significative indépendamment de la localisation des calculs.

En outre, les patients avec une densité moyenne du calcul  $< 500$  et  $> 800$  HU avaient 100 % et 32 % de succès de LEC, respectivement. Les patients avec une densité moyenne entre 500 et 799 HU avaient 69 % de bons résultats.

Il y avait une faible corrélation entre la densité moyenne des calculs et le nombre de séances nécessaires de LEC pour le succès du traitement (coefficient de corrélation de Pearson,  $r = 0,53$ )

### **C. SELON LA DISTANCE PEAU-CALCUL :**

Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes de patients lorsque l'effet de la SSD sur les résultats de la LEC a été étudié ( $p < 0,26$ , test t de student). La SSD moyenne était de 10,6 +/- 2,0 et 11,2 +/- 2,6 cm, dans les groupes succès et échec de LEC respectivement.

Le tableau suivant résume toutes les caractéristiques des patients et les résultats de la LEC :

Caractéristiques	Succès de LEC	Echec de LEC
Patient (n)	61	28
Sexe (n) : homme	46	16
Femme	15	12
Moyenne d'âge (ans)	49	55
Taille moyenne du calcul (mm)	7,5	9,2
Densité moyenne du calcul (HU)	505 +/- 153	803 +/- 93
Densité du calcul > 800 HU	32 (8)	68 (17)
Densité du calcul 500 – 799 HU	69 (24)	31 (11)
Densité du calcul < 500 HU	100 (29)	0 (0)
Moyenne de distance peau-calcul (cm)	10,6 +/- 2	11,2 +/- 2,6

**Tableau VII : Caractéristique des patients et résultats de la LEC**

Pour les 28 patients qui n'ont pas bénéficiés de LEC, 24 ont été traité par intervention endo-urologique, une urétéroscopie plus fragmentation a été réalisée chez 22 patients alors que la néphrolithotomie percutanée (NLPC) a été réalisée chez deux patients avec des calculs mesurant de 15 à 20 mm

Quatre patients atteints de calculs rénaux, dont trois étaient asymptomatiques et un patient était considéré comme à haut risque pour l'intervention, ont été surveillés.

# *DISCUSSION*

Depuis son introduction dans les années 1980, la LEC représente aujourd'hui l'une des modalités les plus fréquemment utilisés dans le traitement des calculs urinaires supérieures <sup>[63, 64]</sup>.

Le résultat de la LEC est mesuré par la fragmentation du calcul et son élimination.

L'échec de la LEC en résulte une exposition inutile du parenchyme rénal aux ondes de choc et autres complications nécessitant des traitements alternatifs, ce qui augmente plus les frais médicaux du traitement. Dans notre unité, ceux-ci sont estimés à 500,00 \$ par séance de LEC <sup>[65]</sup>.

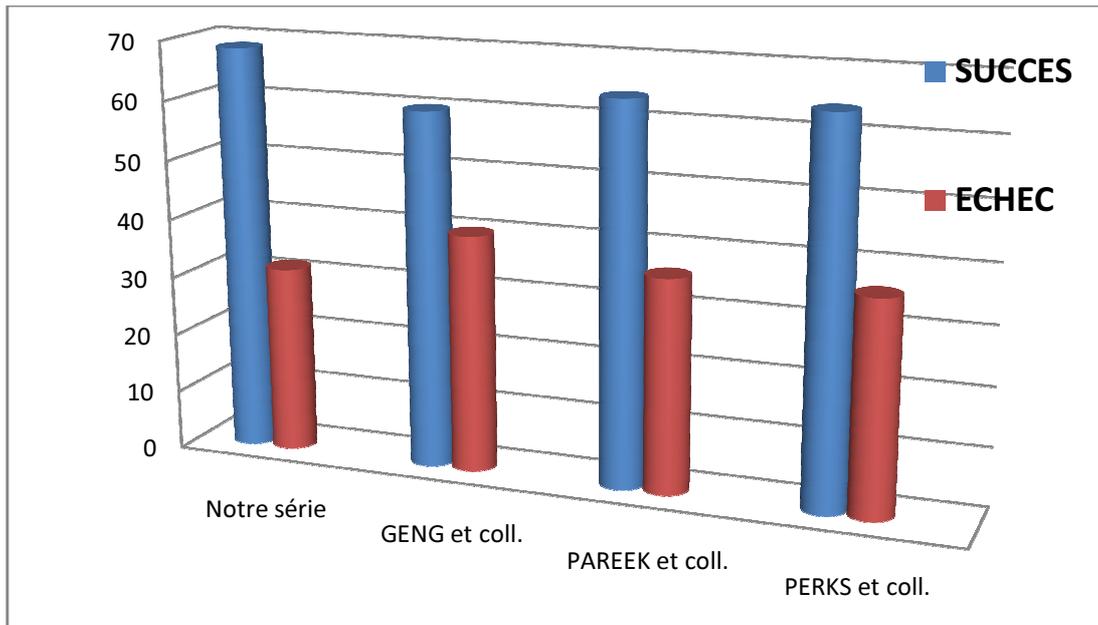
Par conséquent, avant le début de la LEC, des facteurs prédictifs de son résultat ont été étudiés. Un certain nombre de caractéristiques des calculs tels que la fragilité, la taille, l'emplacement et la composition sont connus pour affecter les résultats de la LEC <sup>[66]</sup>.

## **I. RESULTATS DE LA LEC :**

Le succès global du traitement par LEC a été observé chez 68,5 % des patients, nos résultats sont comparable à ceux des autres chercheurs :

	SUCCESSION	ECHEC
Notre série	<b>68,5 %</b>	<b>31,5%</b>
GENG et coll. <sup>[67]</sup>	<b>60 %</b>	<b>40 %</b>
PERKS et coll. <sup>[68]</sup>	<b>64 %</b>	<b>36 %</b>
PAREEK et coll. <sup>[69]</sup>	<b>64 %</b>	<b>36 %</b>

**Tableau VIII : Tableau comparatif des résultats de la LEC**



**Graphique 9 : Résultats de la LEC comparées à d'autres études**

## II. FACTEURS PREDICTIFS DES RESULTATS DE LA LEC

### A. AGE :

	SUCCES	ECHEC
Notre série	49	55
GENG et coll.	49	55
PERKS et coll.	49	56
PAREEK et coll.	46	49

**Tableau IX : Tableau comparatif des résultats de la LEC en fonction de l'âge**

L'analyse de notre série rétrospective a permis de retrouver une moyenne d'âge de succès de 49 ans. Nos résultats sont comparables à ceux de la série de GENG et coll. <sup>[67]</sup> et de PERKS et coll. <sup>[68]</sup> qui avait un âge moyen de 49 ans. Mais l'équipe de PAREEK <sup>[69]</sup> avait retrouvé un âge plus bas à 46 ans.

Dans cette étude, l'augmentation de l'âge a diminué le succès de la LEC, Une explication probable de ce résultat peut être due à la meilleure fonction rénale et une meilleure fonction contractile du muscle lisse urétéral et la faible graisse abdominale chez le sujet jeune <sup>[67]</sup>.

## **B. TAILLE MOYENNE DU CALCUL :**

La taille du calcul peut être mesurée facilement en prétraitement par un ASP, cependant elle a fait son preuve selon plusieurs études en tant que paramètre important pour prédire le succès de la LEC.

Selon l'Association Américaine d'urologie la taille de calcul était l'un des plus importants prédicteurs pour les résultats de LEC <sup>[67]</sup>.

Dans notre étude, nous avons démontré que la taille du calcul est un prédicteurs de succès de la LEC. La taille moyenne du calcul pour le succès de LEC était 7,5 mm résultat comparable à celui de GENG et coll. <sup>[67]</sup> et PERKS et coll. <sup>[68]</sup> alors que JOSEPH <sup>[70]</sup> a trouvé un intervalle de succès de 7,5 à 16,5 mm

	SUCCES	ECHEC
Notre série	7,5	9,2
GENG et coll.	7,7	10,4
PERKS et coll.	7,4	9,8
JOSEEPH et coll.	12 (+/- 4,5)	15 (+/- 5)

**Tableau X: Tableau comparatif des résultats de la LEC en fonction de la taille du calcul en (mm)**

### **C. DENSITE DU CALCUL EN UH :**

La fragilité est en corrélation avec la teneur en minéraux et donc, la densité des calculs <sup>[71]</sup>. Selon les premiers travaux évaluant la fragilité comme un facteur prédictif du résultat de la LEC, chaussy et al. ont suggéré qu'un calcul a été moins susceptible de se fragmenter si sa densité est supérieure à celle de colonne vertébrale sur un abdomen sans préparation (ASP) <sup>[72]</sup>. Mattelaer et al. ont conclu que les calculs très opaques étaient moins fragiles par LEC <sup>[66, 73]</sup>. D'autres ont montré que des calculs lisses uniformes qui semblaient plus dense que l'os (12 e cote) sur ASP, ont répondu mal à la LEC. Les limites de ces études étaient la nature subjective de l'évaluation et, par conséquent, ils n'ont pas progressé largement dans la pratique clinique <sup>[66]</sup>.

La tomодensitométrie (TDM) du tracus urinaire constitue actuellement le premier examen d'imagerie pour les patients présentant une colique néphrétique aigue. La détermination de la densité des calculs obtenue sur TDM est facile, objective, fiable et reproductible <sup>[74]</sup>. Cet acquis a poussé récemment certains chercheurs à réévaluer la fragilité du calcul par

détermination de sa densité mesurée par TDM en prétraitement, comme un facteur prédictif des résultats de la LEC. [75]



**Figure 19 : Technique de mesure de la densité en UH par TDM**

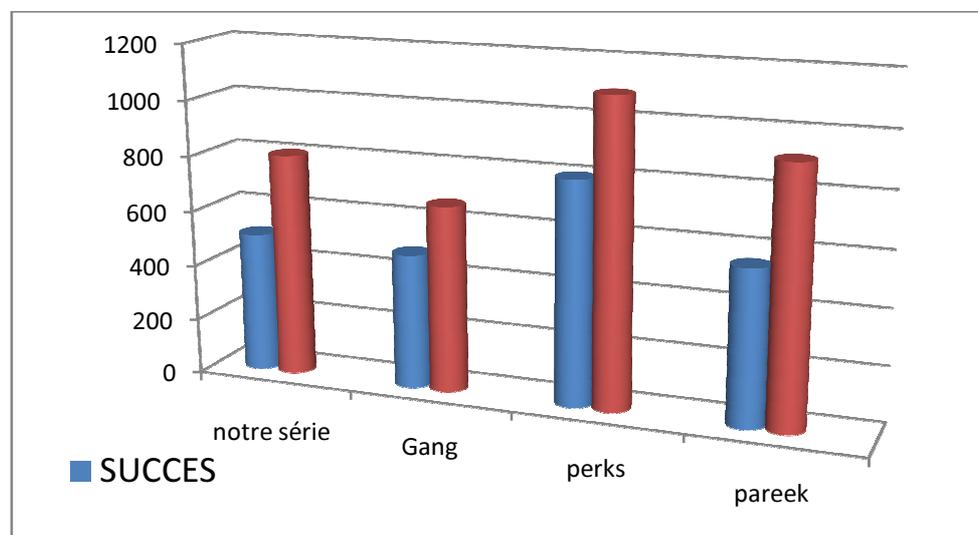
**(Patient du service)**

Vue la variabilité des densités dans le même calcul, nous avons déterminé la densité moyenne de trois lectures distinctes. Les résultats de notre étude montrent qu'une densité moyenne  $> 800$  HU est un facteur prédictif de l'échec de LEC [76]. Ce qui soutient le travail de Wang et al. Qui a conclu que des densités  $>900$  HU étaient des prédicteurs significatifs de l'échec de la LEC ; D'autres ont recommandé des densités différentes, à savoir  $>750$  HU et  $> 1000$  HU [77]. Nous avons constaté aussi qu'invariablement une densité moyenne  $< 500$  HU a abouti à la réussite du traitement, PAREEK et al. Ont trouvé des résultats positifs dans 74 % des patients avec une densité  $< 500$  HU [69].

La différence entre les valeurs seuils de densité peut être le résultat des différents critères utilisés dans les protocoles TDM et les critères utilisés pour définir la réussite de la LEC.

	SUCCES	ECHEC
NOTRE SERIE	505 +/- 153	803 +/- 93
GENG	483.38 (+/- 229.03)	668.77 (282.64)
PERKS	801 _ 228	1092 _ 254
PAREEK	554,8 (+/- 54,52)	915 (+/- 56,45)

**Tableau XI: Tableau comparatif des résultats de la LEC en fonction de la densité des calculs en UH**



**Graphique 10: Résultats de la LEC en fonction de la densité des calculs en UH en comparaison à d'autres études**

➤ **Corrélation entre la densité moyenne des calculs et le nombre de séance**

La faible corrélation entre la densité moyenne des calculs et le nombre de séances de LEC nécessaires ( $r= 0,53$ ), a également été démontré par d'autres chercheurs. Cependant, Joseph et al. <sup>[70]</sup>, ont trouvé une corrélation positive.

Une explication probable de ce résultat contradictoire peut être due à l'utilisation de la basse résolution collimation par Joseph et al. Ce qui donne de petites valeurs de densité pour les petits calculs.

#### **D. EFFET DE SSD SUR LE RESULTAT DE LA LEC :**



**Figure 20 : Technique de mesure de la distance peau-calcul par TDM** <sup>[67]</sup>

Le rôle de la distance peau –calcul déterminé par TDM pré-thérapeutique comme un prédicteur de succès de la LEC a été d'abord établi en 2005 par PAREEK et coll. <sup>[78]</sup> Qui ont montré que SSD moyenne était 8.12 1.74 cm pour le succès LEC contre 11.53 1.89 cm pour l'échec. Le seuil de distance peau-calcul SSD pour réussir la LEC était 10 cm.

Plusieurs études cliniques étaient menées montrant qu'une distance paroi calcul élevé prévoit l'échec de la LEC. <sup>[67]</sup>

Nous avons aussi démontré que SSD était un prédicteur de succès LEC, mais l'effet était absent sur l'analyse multivariée. <sup>[67]</sup>

	SUCCES	ECHEC
Notre série	10,6 (+ /- 2,0)	11,2 (+ /- 2,6)
GANG	10.55 (2.12)	10.78 (2.57)
PERKS	10.0 _ 2.0	11.1 _ 2.5
PAREEK	8,12 ± 1,74 cm	11,53 ± 1,89 cm pour

### **Tableau XII: Tableau comparatif des résultats de la LEC en fonction de SSD**

Notre étude n'a pas démontré une différence significative entre les groupes succès et échec de l'effet de la SSD sur les résultats de la LEC ( $p < 0,26$ , test t de student).

La SSD moyenne était de 10,6 +/- 2,0 et 11,2 +/- 2,6 cm, dans les groupes succès et échec de LEC respectivement. Nos résultats sont comparables à ceux de GANG et coll. <sup>[67]</sup> et PERKS et coll. <sup>[68]</sup> contrairement aux travaux de PAREEK et coll. <sup>[78]</sup>

Une limitation de cette étude rétrospective était que différentes modalités d'imagerie radiologique ont été utilisées pour déterminer la taille du calcul en pré- et post- LEC chez les patients traités, ainsi, soulevant la possibilité d'introduire des erreurs dans l'estimation de la taille de calcul <sup>[79]</sup>.

Bien que une TDM post-LEC aurait été souhaitable, on s'est limité à utilisé l'ASP.

Malgré les limites, les résultats de notre travail et des autres études sont prometteurs. A ce jour, très peu d'études ont été réalisées ; par conséquent, une évaluation plus approfondie de cette corrélation doit être clarifié avec un protocole TDM standardisé et des critères de réussite clairement définis dans une étude contrôlée multicentrique prospective randomisée.

# *CONCLUSION*

La lithotritie extracorporelle est devenue le traitement standard pour les calculs rénaux et urétéraux < 2 cm, c'est une méthode non invasive avec un taux de réussite global de 60-95 %, cependant L'échec de la LEC en résulte une exposition inutile du parenchyme rénal aux ondes de choc et autres complications nécessitant des traitements alternatifs, par conséquent, il est indispensable d'identifier les patients qui vont bénéficier de la LEC avant le début du traitement <sup>[67,80]</sup>.

Les résultats de cette étude rétrospective montrent que la détermination de la densité en UH par TDM en prétraitement, peut aider à prédire le succès de la LEC pour les calculs des voies urinaires supérieurs mesurant entre 5 et 20 mm. En outre, le succès est indépendant de l'emplacement du calcul et de la distance peau-calcul (SSD), nous avons conclu qu'une densité moyenne < 500 HU est très susceptible d'entraîner le succès des résultats de la LEC. A l'inverse, une densité moyenne > 800 HU est moins susceptible d'entraîner le succès. La valeur de la densité du calcul en UH peut aider à mieux sélectionner des patients pour LEC, et par conséquent, l'amélioration de son efficacité.

# *RESUMES*



## *RESUME :*

**Titre : L'UTILITE DE LA DENSITE EN UNITES HOUNSFIELD DES CALCULS Urinaires ET LA CORPULENCE DU PATIENT DANS LA PREDICTION DE L'EFFICACITE DE LA LITHOTRIE EXTRACORPORELLE PAR ONDES DE CHOC (A PROPOS DE 89 CAS)**

**Auteur : EZZAKI Sanae**

**Mots clés :** Densité des calculs urinaires, distance paroi –calcul, lithotritie extracorporelle par onde de choc

Pour déterminer le rôle de la densité du calcul et de la distance paroi-calcul (SSD), évalués par tomodensitométrie, pour prédire le succès de la lithotritie extracorporelle par ondes de choc, nous avons évalué 89 patients qui ont bénéficié de LEC pour des calculs de l'uretère et du rein mesurant entre 5 et 20 mm, sur une période de 4 ans (2008-2011), la densité du calcul en unités Hounsfield (HU) et la SSD en millimètres (mm) ont été déterminées par TDM en prétraitement. La réussite de la LEC a été déterminée par des fragments résiduels post-traitement < 3 mm sur ASP.

Le succès de la LEC a été observé chez 68,5 % des patients, les densités moyennes des calculs étaient de 505 +/- 153 et 803 +/- 93 HU dans les groupes de succès et d'échec, respectivement, ce qui était statistiquement significative. La SSD moyenne était de 10,6 +/- 2,0 et 11,2 +/- 2,6 cm dans les groupes de succès et d'échec, respectivement, mais ce n'était pas statistiquement significatif.

Cette étude montre que la densité du calcul peut aider à prédire le résultat de la LEC. Nous proposons qu'une densité < 500 HU soit un facteur de succès de la LEC. Inversement, les densités > 800 HU sont pré voyeuses d'échec.

## *SUMMARY:*

**Title:** The Value of the density in Hounsfield units of urinary stones and the patient's corpulence in predicting the effectiveness of extracorporeal shock wave lithotripsy

**Author:** EZZAKI Sanae

**Key words:** density of urinary stones, distance skin to stone, Extracorporeal Shockwave Lithotripsy.

To determine the role of the density of stone and the distance skin to stone, evaluated by tomodensitometry, to predict the success of the Extracorporeal Shockwave Lithotripsy (ESWL) , we evaluated 89 patients who profited from ESWL for stones of the ureter and kidney measuring between 5 and 20 mm, for a 4 years period (2008-2011), the density of stone in Hounsfield units (HU) and the SSD in millimeters (mm) were determined by TDM pretreatment, The success of the ESWL was determined by post-treatment residual fragments <3 mm on abdominal radiography.

The success of the ESWL was observed at 68,5% of the patients, the density stones average were 505 +/- 153 and 803 +/- 93 HU in the success and failure groups, respectively, which was statistically significant. The average SSD was 10.6 +/- 2.0 and 11.2 +/- 2.6 cm in the success and failure groups, respectively, but it was not statistically significant.

This study shows that the stone density can help predict the outcome of ESWL. We propose that a density <500 HU is a success factor of the LEC. Conversely, densities > 800 HU are forecasting failure.

## ملخص

العنوان : فائدة كثافة حصى المسالك البولية بوحدة هاونسفيلد و بدانة المرضى في تنبؤ فعالية تقنية تفتيت الحصى من خارج الجسم عبر الموجات التصادمية - حول 89 حالة -

الكاتبة : الزاكي سناء

الكلمات الأساسية : كثافة حصى المسالك البولية، المسافة بين الجلد والحصوة، تفتيت الحصى من خارج الجسم عبر الموجات التصادمية

لتحديد دور كثافة الحصوة و المسافة بين الجلد والحصوة ، المقدره بواسطة التصوير المقطعي المحوسب ، و لتوقع نجاح تقنية تفتيت الحصى من خارج الجسم عبر الموجات التصادمية

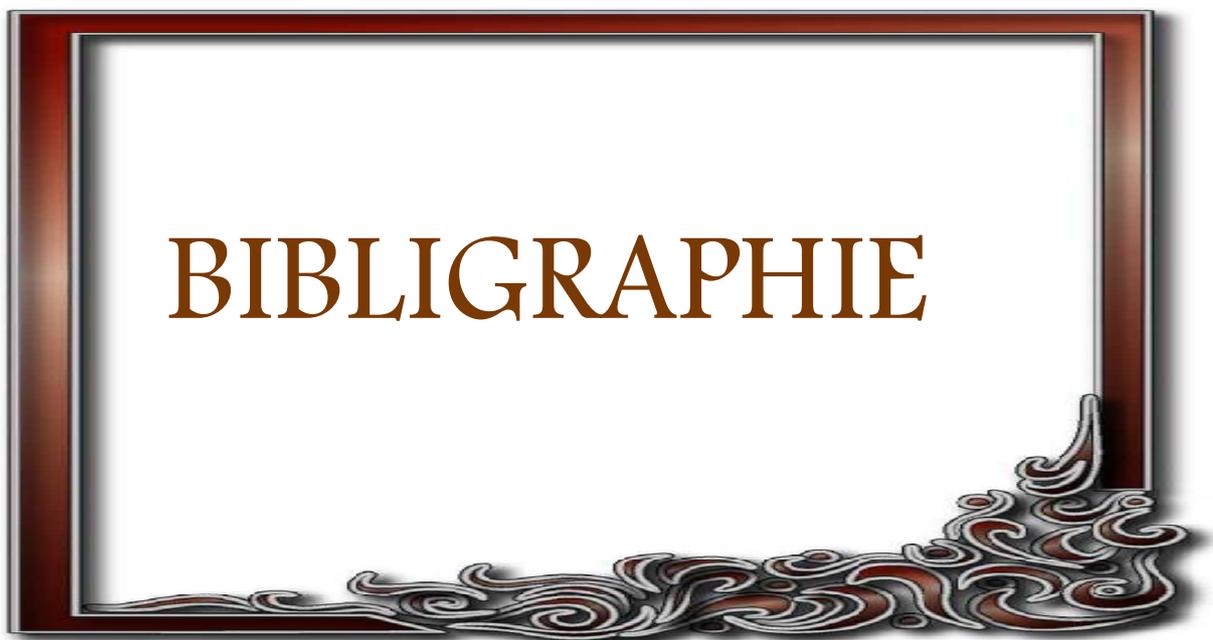
قمنا بتقييم 89 مريضا مستفيدا من هذه التقنية لحصى الحالب والكلى التي يبلغ حجمها ما بين 5 و 20 ملم ، مع تحديد كثافة الحصى بوحدة هاونسفيلد و المسافة بين الجلد و الحصوة بالمليمتر (مم) بواسطة التصوير المقطعي المحوسب قبل بدء العلاج

تعتبر هذه التقنية ناجحة اذا كان حجم شظايا الحصى المتبقية بعد العلاج اصغر من 3 مم محددة بواسطة أشعة بسيطة للبطن

وقد لوحظ نجاح هذه التقنية عند 68.5% من المرضى، وكان متوسط كثافة الحصى ما بين 505 +/- 153 و 803 +/- 93 بوحدة هاونسفيلد في كل من مجموعات النجاح والفشل بالترتيب، الذي كان ذو دلالة إحصائية، وكان متوسط المسافة بين الجلد و الحصوة بين 10,6 +/- 2,0 و 11,2 +/- 2,6 سنتيمتر في كل من مجموعات النجاح والفشل بالترتيب، لكنه لم يكن ذو دلالة إحصائية.

تبين هذه الدراسة أن كثافة الحصى يمكن أن تساعد في توقع نتيجة تقنية تفتيت الحصى من خارج الجسم ، نقترح أن كثافة أصغر من 500 بوحدة هاونسفيلد هو عامل نجاح لتقنية تفتيت الحصى من خارج الجسم عبر الموجات التصادمية . على العكس من ذلك، كثافة أكبر من 800 بوحدة هاونسفيلد هو عامل فشل متوقع

# BIBLIGRAPHIE



**[1] DALIBON PIERRE.**

- La lithiase urinaire, une affection sous surveillance
- Actualités pharmaceutiques. janvier 2015. N° 542

**[2] E. LECHEVALLIER, C. SAUSSINE, O. TRAXER.**

- Imagerie et calcul de la voie excrétrice urinaire supérieure.
- Progrès en urologie, 2008, Rapports 18, 12, 863-867

**[3] PREMINGER GM, VIEWEG J, LEDER RA, NELSON RC.**

- Urolithiasis: detection and management with unenhanced spiral CT-a urologic perspective. -Radiology 1998; 207(2):308-9

**[4] OLCOTT EW, SOMMER FG, NAPEL S.**

- Accuracy of detection and measurement of renal calculi: in vitro comparison of three dimensional spiral CT, radiography, and nephrotomography. -Radiology 1997; 204(1): 19-25

**[5] PEARTE MS, WATAMULL LM, MULLICAN MA.**

- Sensitivity of non contrast helical computerized tomography and plain film radiography compared to flexible nephroscopy for detecting residual fragments after percutaneous nephrostolithotomy. - Journal d'urologie 1999; 162(1): 23-6

**[6] COHEN TD, PREMINGER GM.**

- Management of catyceal calculi. - Urol Clin North Am 1997; 24 (1): 81-96

**[7] MOTOLA JA, SMITH AD.**

- Thérapeutic options for the management of upper tract calculi.
- Urol clin North Am 1990 ; 17(1) : 191-206

**[8] PAREEK G, ARMENAKAS NA, FRACCHIA JA.**

- Hounsfield units on computerized tomography predict stone Free rates after extracorporeal shock wave lithotripsy. - J urol 2003 ; 169 (5) : 1679-81

**[9] GRUPTA NP, ANSARI MS, KERSARVANI P, KAPOOR A . MUKHOPADHYAY S.**

- Role of computed tomography with no contrast medium enhancement in prediction of the outcome of extra-corporeal shock wave lithotripsy for urinary calculi.

- BJU Int 2005; 95(9): 1285-8

**[10] EL-NAHAS AR, EL-ASSMY AM, MADBOULY K, SHEIR KZ.**

- Predictors of clinical significance of residual fragments after extracorporeal shockwave lithotripsy for renal stones.

- J Endo url 2006 ; 20 (11) : 870-4

**[11] WANG LJ, WONG YC, CHUANG CK, CHU SH, ET AL.**

- Prediction of outcomes of renal stones after extracorporeal shock wave lithotripsy from stone characteristics determined by unenhanced helical computed tomography : a multivariate analysis. - Eur Radial 2005; 15(11) : 2238-43.

**[12] HENRY N., SEBE P.**

- Anatomie des reins et de la voie excrétrice supérieure.

- EMC (Elsevier Masson SAS) 2008, Néphrologie, 18-001-C-10, 1-10.

**[13] NETTER FRANCK ;**

- atlas d'anatomie humaine, section V : pelvis et périnée

- 4ème édition ; Masson. ISBN-10: 2294094735 ISBN-13: 978-2294094736.

**[14] disponible sur : <http://www.urovelay.fr/pathologies-traitees/les-cancers/cancer-du-rein>, consulté le 18/01/2016**

**[15]BOUCHET A., CUILLERET J.**

- Anatomie topographique descriptive et fonctionnelle.

- Edition Masson 2001, Tome IV, p : 2152-2156.

**[16] AGOSSOU-VOYEME AK, DELMAS V, HUREAU J.**

- les espaces rétropéritonéaux : la loge rénale. - Bull.soc.anat. 1980 ; 5 : 92-98

**[17] BAUMANN JA.**

- Développement et anatomie de la loge rénale chez l'homme.
- Acta. Anat. 1945 ; 1 : 15-65

**[18] disponible sur <http://www.emc-consulte.co> consulté le 18/01/2016**

- Anatomie du rein et de l'uretère.

**[19] BRODEL M.**

- The intrinsic blood-vessels of kidney and their significance in nephrotomy.
- Johns Hopkins Hospital Bulletin end Baltimore-Maryland, 1901, 12, pp. 10-13

**[20] KAYE KW, GOLDBERG ME.**

- Applied anatomy of kidney and ureter.
- Urol. Clin. North Am. 1982; 9:3-13

**[21] COUINAUD C.**

- anatomie de l'abdomen. Doin, éd, Paris, 1963

**[22] HADAR H, GADOTH N.**

- Positional relations of colon and kidney determined by perirenal fat.
- Am. J. Roentgenol. 1984; 143:773-776

**[23] BENOIT G, PATRIARCHE C, DELMAS V, JARDIN A.**

- Anatomie topographie des tiges calicielles : le risque colique.
- Ann. Urol. 1985 ; 19 ; 190-192

**[24] EL KABBAJ S., SETTAF A., MEIOUET F.**

- Analyse des calculs urinaires par spectrophotométrie infrarouge à propos de 218 cas au Maroc.
- Laboratoire de recherche et d'analyses médicales de la gendarmerie Royale, Biologie et santé 2006.

**[25] JUNGERS P, DAUDON M, LE DUC A.**

-Lithiase urinaire (Chapitre 1 : Epidémiologie de la lithiase urinaire).

- Flammarion Médecine-Sciences, Paris 1989.

**[26] RAMELLO A, VITALE C, MARANGELLA M.**

- Epidemiology of nephrolithiasis. -J Nephrol 2000 ; volume : 13, S45-S50.

**[27] ASPER R.**

- Epidemiology and socioeconomic aspects of urolithiasis.

- *Urol Res* 1984; volume: 12; pages: 1-5.

**[28] HESSE A, SIENER R, HEYNCK H, JAHNEN A.**

- The influence of dietary factors on the risk of urinary stone formation.

- *Scanning Microsc* 1993; volume: 7, Pages: 1119 - 1127.

**[29] BORGHI L, MESCHI T, AMATO F, BRIGANTI A, NOVARINI A, GIANNINI A.**

- Urinary volume, water and recurrences in idiopathic calcium nephrolithiasis: a 5-year randomized prospective study.

- *J Urol* 1996; volume: 155, pages: 839-843.

**[30] DAUDON M, BOUNXOUËI B, SANTA CRUZ F, LETTE DA SILVA S, DIOUF B, ANGWAFOO F 3RD, TALATI J, DESREZ G.**

- Composition des calculs observés aujourd'hui dans les pays non industrialisés.

- *Prog Urol* 2004 ; volume : 14, pages : 1151-1161.

**[31] FOURNIER A., BATAILLE P.**

- Monographie Lithiase rénale : Avant-propos.

- *Rev. Prat.*, 1991, volume : 21, pages : 2011-2012.

**[32] OUSSAMA A, KZAIBER F, MERNARI B, HILMI A, SEMMOUD A, DAUDON M.**

- Analyse des calculs urinaires de l'adulte dans le moyen Atlas marocain par spectrophotométrie infrarouge à transformée de Fourier.

- *Prog Urol* 2000; volume : 10, pages : 404-410.

**[33] JOUAL A, RAIS H, RABII R, EL MRINI M, BENJELLOUN S.**

- Epidémiologie de la lithiase urinaire.

- *Ann Urol* 1997; volume : 31, pages : 80-83.

**[34] LAZIRI F, RHAZI FILALI F, AMECHROUQ A, BENDIFI H.**

- Exploration des calculs urinaires collectés à Meknès par spectrophotométrie infrarouge à transformée de Fourier.

- *Phys Chem News* 2007; Volume: 34, pages: 79-84.

**[35] MARSHALL L. STOLLER, MAXWELL V. MENG.**

- Urinary stone disease; the practical guide to medical and surgical management.

- *Current clinical urology*. RC916.U74 2007. Humana Press Inc.

**[36] DAUDON MICHEL, BARBEY FREDERIC, JUNGERS PAUL.**

- La lithogénèse : Lithiase urinaire

- *Revue médicale de la Suisse romande. (Rev. méd. Suisse romande)*. Vol, 124, n° 8, pp. 439-444. 2004

**[37] P JUNGERS.**

- Lithiase urinaire. - *Encycl Méd Chir (Elsevier SAS, Paris)*. 5-0495, 2003, 7 p

**[38] DAUDON M, BADER CA, JUNGERS P.**

- Urinary calculi: review of classification methods and correlations with etiology.

- *Scan Microsc* 1993 ; 7 : 1081-1106

**[39] Daudon M, Réveillaud RJ.**

Calculs urinaires. *Fiches Prat Biol* 1985 ; 3: FB21-FB27

**[40] DAUDON M.**

- Component analysis of urinary calculi in the etiologic diagnosis of urolithiasis in the child. - *Arch Pediatr* 2000; 7: 855– 65.

**[41] DAUDON M, ESTEPA L.**

- Drug induced lithiases. - *Presse Med* 1998; 27: 675– 83.

**[42] BOISTELLE R, BERLAND Y.**

- Lithogénèse.

- *Editions techniques-EMC (Paris, France), néphrologie-urologie*, 18-104-A-20, 1992, 8p

**[43] ABRAHAM PA, SMITH CL.**

- Evaluation of factors involved in calcium stone formation.

- *Miner Electrolyte Metab.* 1987, 13: 201-208

**[44] KUNTZ D, LIOTE F.**

- *Goutte.*

- *Encycl Méd Chir, Appareil locomoteur, (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS)*. 14-270-A-10, 2003, 23 p.

**[45] L. MONNIER, M. PIPERNO, C.COLETTE, J-L. SCHLIENGER.**

- Perspectives nutritionnelles et métaboliques appliquées au traitement des lithiases rénales.

- *Médecine des maladies métaboliques*, volume 7, issue 4 septembre 2013, pages 346-353

**[46] IGNAZIOLLICA,**

- New concept of the pathogenesis of urinary lithiasis,

- *The American journal of surgery*, volume 76, issue 4, October 1948, pages 424-426

**[47] RIEU P.**

- lithiase d'infection

- *Annales d'urologie*, volume 39, issue 1 february 2005, pages 16-29

**[48] TIN C. NGO, DEAN G. ASSIMOS, MD.**

- Uric Acid Nephrolithiasis;

- Recent Progress and Future Directions VOL. 9 NO. 1 2007 *Med Reviews*, LLC  
Department of Urology, Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem,  
NC

**[49] ROBERT S. GILLESPIE, F. BRUDER STAPLETON.**

- Nephrolithiasis in Children.

- *Pediatrics in Review*, (*journal of the American Academy of Pediatrics*). 2004; 25;  
131-139

**[50] ORSON W MOE.**

- Kidney stones: pathophysiology and medical management

- *Seminar Vol 367* January 28, 2006 Center of Mineral Metabolism and Clinical  
Research and Department of Internal Medicine University of Texas Southwestern  
Medical Center, Dallas,

**[51] NGUYEN DQ, DAUDON M.**

-Infrared and Raman spectra of calculi.

- Paris : *Elsevier*, 1997

**[52] EL KABBAJ S, MEIOUET F, EL AMRANI A.**

- la lithiase urinaire, formation et analyse.

- *Espérance médicale* Juillet 2000. Tome 7 : 359- 364

**[53] COLLARD L.**

- lithiase urinaire de l'enfant et de l'adolescent.

- *Rev Med Liege* 2004 ; 59 : 4 :221-226

**[54] M. DAUDON,**

- l'analyse morpho-constitutionnelle des calculs dans le diagnostic étiologique d'une  
lithiase urinaire de l'enfant,

- original research article, archives de pédiatrie, volume 7, issue 8 august 2000, pages 855-865

**[55] M. DAUDON, O. TRAXER, E. LECHEVALLIER, C. SAUSSINE.**

- La lithogénèse

- Progrès en urologie (2008) 18, 815—827

[56] disponible sur : <https://www.stonedisease.org>

**[57] HUBERT J., DESCOTES J.L., BELLIN M.F. PARTIE D.**

- Imagerie et lithiase urinaire,

- Prog Urol, 2003, 993

**[58] É. CHABANNES, K. BENSALAH, X. CARPENTIER, J.-P. BRINGER, P. CONORT, É. DENIS, B. DORE, V. ESTRADE, J.-R. GAUTIER, H. HADJADJ, J. HUBERT, A. HOZNEK, É. LECHEVALLIER, P. MERIA, P. MOZER, C. SAUSSINE, L. YONNEAU, O. TRAXER,**

- Comité lithiase de l'AFU. Prise en charge urologique des calculs rénaux et urétéraux de l'adulte. Mise au point du Comité lithiase de l'Association française d'urologie (CLAFU). Aspects généraux.

- Prog Urol, 2013, 23, 16, 1389-1399

**[59] E. LECHEVALLIER, O. TRAXER, C. SAUSSINE.**

- Lithotritie extracorporelle des calculs du haut appareil urinaire.

- Progrès en urologie (2008) 18, 878—885

**[60] C. SAUSSINE.**

- La technique de la lithotritie extracorporelle.

- Progrès en urologie (2013) 23, 1168—1171

**[61] ABID N, DOMINIQUE I.**

- Lithotripsie extracorporelle avec repérage échographique: quoi de neuf en 2016?

Mise au point du Comité de lithiase de l'AFU

- .Progrès en Urologie – FMC (2016),

**[62] B. DORE.**

- Techniques et indications de la lithotritie extracorporelle (LEC) en urologie.

- Annales d'urologie 39 (2005) 137–158

**[63] COHEN TD, PREMINGER GM.**

- Management of catyceal calculi. - Urol Clin north Am 1997; 24 (1): 81-96

**[64] MOTOLA JA, SMITH AD.**

- Therapeutic options for the management of upper tract calculi.

- Urol Clin North Am 1990; 17 (1): 191-206.

**[65] NOMIKOS MS, SOWTER SJ, TOLLEY DA.**

- Outcomes using a fourth-generation lithotripter : a new benchmark for comparison.

- BJU int2007.

**[66] BON D, DORE B, MARRONCLE M, AUBERT J.**

-Radiographic prognostic criteria for extracorporeal shock-wave lithotripsy: a study of 485 patients.

-Urology 1996; 48 (4) : 556-60

**[67] JIUN-HUNG GENG , HUNG-PIN TU , PAUL MING-CHEN SHIH ,  
JUNG-TSUNG SHEN , MEI-YU JANG , WEN-JEN WU , CHING-CHIA LI ,  
YII-HER CHOU, YUNG-SHUN JUAN**

- Noncontrast computed tomography can predict the outcome of shockwave lithotripsy via accurate stone measurement and abdominal fat distribution determination

- Kaohsiung Journal of Medical Sciences (2015) 31, 34e41

**[68] ALEXANDRA E. PERKS, TREVOR D. SCHULER, JASON LEE, DANIELA GHICULETE, DAE-GYUN CHUNG,**

R. John D'A Honey, and Kenneth T. Pace

- Stone Attenuation and Skin-to-Stone Distance on Computed Tomography Predicts for Stone Fragmentation by Shock Wave Lithotripsy

- UROLOGY 72 (4), 2008

**[69] PAREEK G, ARMENAKAS NA, FRACCHIA JA.**

- Hounsfield units on computerized tomography predict stone-free rates after extracorporeal shock wave lithotripsy.

- J Urol 2003; 169 (5): 1679-81.

**[70] JOSEPH P, MANDAL AK, SINGH SK, MANDAL P, SANKHWAR SN, SHARMA SK.**

- Computerized tomography attenuation value of renal calculus: can predict successful fragmentation of the calculus by extracorporeal shock wave lithotripsy.

- A preliminary study. J urol 2002; 167(5): 1968-71

**[71] MANDHANI A, RAGHAVENDRAN M, SRIVASTAVA A, KAPOOR R, SINGH U, KUMAR A, ET AL.**

- Prediction of fragility of urinary calculi by dual X-ray absorptiometry.

- J Urol 2003; 170 (4) : 1097 -100.

**[72] CHAUSSY C, BRENDEL W, SCHMIEDT E.**

- Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves.

- Lancet 1980 ; 2 (8207) : 1265-8.

**[73] MATTELAER P, SCHRODER T, FISCHER N, JAKSE G.**

- In situ extracorporeal shockwave lithotripsy of distal ureteral stones : parameters for therapeutic success.

- Urol Int 1994 ; 53 (2) : 87-91.

**[74] FIELDING JR, STEELE G, FOX LA, HELTLER H, LOUGHTIN KR,**

- Spiral computerized tomography in the evaluation of acute flank pain: a replacement for excretory urography.

- J Urol 1997; 157 (6): 2071-3

**[75] DRELTER SP, SPENCER BA.**

- CT and stone fragility.

- J endo urol 2001 ; 15 (1) : 31-6

**[76] DAUDON M, DON SIMONI R, HENNEQUIN C, FELTAHI S, LE MOEL G, PARIS M, ET AL.**

- Sex and age-related composition of 10,617 catctuti analyzed by infrared spectroscopy.

- Urol Res 1995 ; 23 (5) : 319-26.

**[77] WILLIAMS JR JC, KIM SC, ZARSE CA, MCATEER JA, LINGEMAN JE.**

- Progress in the use of helical CT for imaging urinary catculi.

- J Endo urol 2004; 18 (10) : 937-41 .

**[78] PAREEK G, HEDICAN SP, LEE JR FT, NAKADA SV.**

- Shock wave lithotripsy success determined by skin-to-stone distance on computed tomography.

- Urology 2005; 66 (5) : 941-4

**[79] EL- NAHAS AR, EL-ASSMY AM, MADBOULY K, SHEIR KZ.**

- Predictors of clinical significance of residual fragments after extracorporeal shockwave lithotripsy for renal stones.

- J Endo urol 2006 ; 20 (11) : 870-4

**[80] AMR M. MASSOUD , AHMED M. ABDELBARY , AHMAD A. AL-DESSOUKEY, AYMAN S. MOUSSA , AHMED S. ZAYED , OSAMA MAHMMOUD**

- The success of extracorporeal shock-wave lithotripsy based on the stone-attenuation value from non-contrast computed tomography

- Arab Journal of Urology (2014) 12, 155–161

# *Serment d'Hippocrate*

*Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.*

*\* Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*

*\* Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité, la santé de mes malades sera mon premier but.*

*\* Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*

*\* Je maintiendrai, par tous les moyens en mon pouvoir, honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*

*\* Les médecins seront mes frères.*

*\* Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale ne s'imposera entre mon devoir et mon patient.*

*\* Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.*

*\* Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances, médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*

*\* Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

*Déclaration de Genève,*

*1948*

# قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضوا في المهنة الصحية أتعهد علانية:

- بأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية؛
- وأن أحترم أساتذتي وأُعترف لهم بالجميل الذي يستحقونه؛
- وأن أمارس مهنتي بوازع من ضميري وشرفي جاعلا صحة مريض هدفي الأول؛
- وأن لا أفشي الأسرار المعمودة إلي؛
- وأن أحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة لمهنة الطب؛
- وأن أعتبر سائر الأطباء إخوة لي؛
- وأن أقوم بواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي؛
- وأن أحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها؛
- وأن لا أستعمل معلوماتي الصحية بصريق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد؛
- بكل هذا أتعهد عن كامل اختيار ومقسم بشرفي.

• والله على ما أقول شهيد.

جامعة محمد الخامس - الرباط  
كلية الطب والصيدلة بالرباط

أطروحة رقم : 125

سنة : 2016

فائدة كثافة حصى المسالك البولية بوحدة هاونسفيلد و بدانة المرضى  
في تنبؤ فعالية تقنية تفتيت الحصى من خارج الجسم عبر الموجات  
التصادمية حول 89 حالة

## أطروحة :

قدمت ونوقشت علانية يوم : .....

## من طرف

السيدة : الزاكي سناء

المزودة يوم 31 يناير 1990 بينغازي

## لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية : كثافة حصى المسالك البولية ، المسافة بين الجلد والحصوة، تفتيت الحصى من خارج الجسم  
عبر الموجات التصادمية

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة:

رئيس

السيد خالد الخدير

أستاذ جراحة المسالك البولية

مشرف

السيد محمد غدوان

أستاذ جراحة المسالك البولية

السيد عبد اللطيف جنان

أستاذ جراحة المسالك البولية

أعضاء

السيد محمد بنيحي

أستاذ لأمراض الكلى

السيد حسن النوالي

أستاذ الأشعة التشخيصية