

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

ANNEE: 2017

THESE N°: 142

**CORRELATION ENTRE LE DOPPLER TRANSCRANIEN  
ET L'ANGIOSCANNER DANS LE DIAGNOSTIC  
DE LA MORT ENCEPHALIQUE**

**THESE**

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

**PAR**

**Mlle. Nivine CHERKAOUI MALKI**

*Née le 16 Juin 1990*

*Médecin Interne du CHU Ibn Sina de Rabat*

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

**MOTS CLES** : Doppler transcrânien – Angioscanner cérébral – Mort encéphalique.

**JURY**

**Mr. M. FAROUDY**

Professeur d'Anesthésie-Réanimation

**Mr. M. A. ECHCHERIF EL KETTANI**

Professeur d'Anesthésie-Réanimation

**Mme. I. NASSAR**

Professeur de Radiologie

**Mr. A. BENKABBOU**

Professeur de Chirurgie Viscérale

PRESIDENT

RAPPORTEUR

JUGES

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا

إنك أنت العليم الحكيم

سورة البقرة: الآية: 31

بِسْمِ اللَّهِ  
الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



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

**DOYENS HONORAIRES :**

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



**ADMINISTRATION :**

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

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

**PROFESSEURS :**

**Décembre 1984**

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

**Novembre et Décembre 1985**

Pr. BENSALD Younes	Pathologie Chirurgicale
--------------------	-------------------------

**Janvier, Février et Décembre 1987**

Pr. CHAHED OUZZANI Houria	Gastro-Entérologie
Pr. LACHKAR Hassan	Médecine Interne
Pr. YAHYAOUI Mohamed	Neurologie

**Décembre 1988**

Pr. BENHAMAMOUCH Mohamed Najib	Chirurgie Pédiatrique
Pr. DAFIRI Rachida	Radiologie

**Décembre 1989**

Pr. ADNAOUI Mohamed	Médecine Interne – <u>Doyen de la FMPR</u>
---------------------	--

Pr. CHAD Bouziane  
Pr. OUAZZANI 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. BENSOUA 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

### Décembre 1992

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

### Mars 1994

Pr. BENJAAFAR Nouredine  
Pr. BEN RAIS Nozha  
Pr. CAOUI Malika  
Pr. CHRAIBI Abdelmjid

Pr. EL AMRANI Sabah  
Pr. EL BARDOUNI Ahmed  
Pr. EL HASSANI My Rachid

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 V.D à la pharmacie+Dir du  
CEDOC

Chirurgie Générale V.D Aff. Acad. et Estud  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Gastro-Entérologie  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Neurochirurgie  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Anatomie  
Chirurgie Générale  
Microbiologie

Radiothérapie  
Biophysique  
Biophysique  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques Doyen de la  
FMPA  
Gynécologie Obstétrique  
Traumato-Orthopédie  
Radiologie



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. RHRAB Brahim  
Pr. SENOUCI Karima

### **Mars 1994**

Pr. ABBAR Mohamed\*  
Pr. ABDELHAK M'barek  
Pr. BELAIDI Halima  
Pr. BENTAHILA Abdelali  
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali  
Pr. BERRADA Mohamed Saleh  
Pr. CHAMI Ilham  
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae  
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 Abbès  
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. OUADGHIRI Mohamed  
Pr. OUZEDDOUN Naima  
Pr. ZBIR EL Mehdi\*

### **Novembre 1997**

Pr. ALAMI Mohamed Hassan

Chirurgie Générale- **Directeur CHIS**  
Immunologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Médecine Interne  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Anatomie Pathologique  
Traumatologie – Orthopédie  
Gynécologie –Obstétrique  
Dermatologie

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

Réanimation Médicale  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Cardiologie - **Directeur HMI Med V**  
Urologie  
Ophtalmologie  
Génétique  
Réanimation Médicale

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

Gynécologie-Obstétrique



Pr. BEN SLIMANE Lounis  
Pr. BIROUK Nazha  
Pr. ERREIMI Naima  
Pr. FELLAT Nadia  
Pr. HAIMEUR Charki\*  
Pr. KADDOURI Nouredine  
Pr. KOUTANI Abdellatif  
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid  
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ  
Pr. TAOUFIQ Jallal  
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

### **Novembre 1998**

Pr. AFIFI RAJAA  
Pr. BENOMAR ALI  
Pr. BOUGTAB Abdesslam  
Pr. ER RIHANI Hassan  
Pr. BENKIRANE Majid\*  
Pr. KHATOUI ALI\*

### **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 Rajae  
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

### **Novembre 2000**

Pr. AIDI Saadia  
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. MAHASSINI Najat  
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae  
Pr. ROUIMI Abdelhadi\*

### **Décembre 2000**

Pr. ZOHAIR ABDELAH\*

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

Gastro-Entérologie  
Neurologie – **Doyen de la FMP Abulcassis**  
Chirurgie Générale  
Oncologie Médicale  
Hématologie  
Cardiologie

Pneumophtisiologie  
Pédiatrie  
Pédiatrie  
Pneumo-phtisiologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pneumo-phtisiologie  
Neurochirurgie  
Traumatologie Orthopédie- **Dir. Hop. Av. Marr.**  
Anesthésie-Réanimation **Inspecteur du SSM**  
Anesthésie-Réanimation  
Médecine Interne



Neurologie  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Générale  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Pédiatrie **Directeur Hop. Chekikh Zaied**  
Urologie  
Rhumatologie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Anatomie Pathologique  
Pédiatrie  
Neurologie

ORL

## Décembre 2001

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. DRISSE 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. SABBABH Farid  
Pr. SEFIANI Yasser  
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

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 **Directeur. Hop.d'Enfants**  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie Générale  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Thoracique  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
Médecine Interne  
Chirurgie Générale  
Hématologie Clinique  
Chirurgie Générale  
Urologie **Directeur Hôpital Ibn Sina**  
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  
Pr. BENZZOUBEIR Nadia  
Pr. BERNOUSSI Zakiya  
Pr. BICHRA Mohamed Zakariya\*  
Pr. CHOHO Abdelkrim \*  
Pr. CHKIRATE Bouchra  
Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair

Anatomie Pathologique  
Urologie  
Cardiologie  
Gastro-Entérologie  
Biochimie-Chimie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Dermatologie  
Gastro-Entérologie  
Anatomie Pathologique  
Psychiatrie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Chirurgie Pédiatrique

Pr. EL HAOURI Mohamed \*  
Pr. FILALI ADIB Abdelhai  
Pr. HAJJI Zakia  
Pr. IKEN Ali  
Pr. JAAFAR Abdelouhab\*  
Pr. KRIOUILE Yamina  
Pr. LAGHMARI Mina  
Pr. MABROUK Hfid\*  
Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss\*  
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. KHARMAZ Mohamed  
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. ALLALI Fadoua  
Pr. AMAZOUZI Abdellah  
Pr. AZIZ Nouredine\*  
Pr. BAHIRI Rachid  
Pr. BARKAT Amina  
Pr. BENYASS Aatif

Dermatologie  
Gynécologie Obstétrique  
Ophtalmologie  
Urologie  
Traumatologie Orthopédie  
Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Traumatologie Orthopédie  
Gynécologie Obstétrique  
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  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Cardio-Vasculaire  
Ophtalmologie  
Pharmacie Clinique  
Chirurgie Générale  
Cardiologie

Chirurgie Réparatrice et Plastique  
Chirurgie Générale  
Rhumatologie  
Ophtalmologie  
Radiologie  
Rhumatologie  
Pédiatrie  
Cardiologie



Pr. BERNOUSSI Abdelghani  
Pr. DOUDOUH Abderrahim\*  
Pr. EL HAMZAOUI Sakina\*  
Pr. HAJJI Leila  
Pr. HESSISSEN Leila  
Pr. JIDAL Mohamed\*  
Pr. LAAROUSSI Mohamed  
Pr. LYAGOUBI Mohammed  
Pr. NIAMANE Radouane\*  
Pr. RAGALA Abdelhak  
Pr. SBIHI Souad  
Pr. ZERAIDI Najja

### Décembre 2005

Pr. CHANI Mohamed

### Avril 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen\*  
Pr. AKJOUJ Saïd\*  
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. FELLAT Ibtissam  
Pr. FAROUDY Mamoun  
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\*

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  
Cardiologie  
Anesthésie Réanimation  
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

Pr. AMHAJJI Larbi\*  
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. GHARIB Noureddine  
Pr. HADADI Khalid\*  
Pr. ICHOU Mohamed\*  
Pr. ISMAILI Nadia  
Pr. KEBDANI Tayeb  
Pr. LALAOUI SALIM Jaafar\*  
Pr. LOUZI Lhousain\*  
Pr. MADANI Naoufel  
Pr. MAHI Mohamed\*  
Pr. MARC Karima  
Pr. MASRAR Azlarab  
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\*

Traumatologie orthopédie  
Parasitologie  
Anesthésie réanimation **Directeur ERSM**  
Biochimie-chimie  
Pharmacie clinique  
Ophtalmologie  
Pharmacie galénique  
Chirurgie générale  
Chirurgie générale  
Anesthésie réanimation  
Psychiatrie  
Chirurgie plastique et réparatrice  
Radiothérapie  
Oncologie médicale  
Dermatologie  
Radiothérapie  
Anesthésie réanimation  
Microbiologie  
Réanimation médicale  
Radiologie  
Pneumo phtisiologie  
Hématologique  
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



Pr. AGDR Aomar\*  
 Pr. AIT ALI Abdelmounaim\*  
 Pr. AIT BENHADDOU El hachmia  
 Pr. AKHADDAR Ali\*  
 Pr. ALLALI Nazik  
 Pr. AMINE Bouchra  
 Pr. ARKHA Yassir  
 Pr. BELYAMANI Lahcen\*  
 Pr. BJIJOU Younes  
 Pr. BOUHSAIN Sanae\*  
 Pr. BOUI Mohammed\*  
 Pr. BOUNAIM Ahmed\*  
 Pr. BOUSSOUGA Mostapha\*  
 Pr. CHAKOUR Mohammed \*  
 Pr. CHTATA Hassan Toufik\*  
 Pr. DOGHMI Kamal\*  
 Pr. EL MALKI Hadj Omar  
 Pr. EL OUENNASS Mostapha\*  
 Pr. ENNIBI Khalid\*  
 Pr. FATHI Khalid  
 Pr. HASSIKOU Hasna \*  
 Pr. KABBAJ Nawal  
 Pr. KABIRI Meryem  
 Pr. KARBOUBI Lamya  
 Pr. L'KASSIMI Hachemi\*  
 Pr. LAMSAOURI Jamal\*  
 Pr. MARMADE Lahcen  
 Pr. MESKINI Toufik  
 Pr. MESSAOUDI Nezha \*  
 Pr. MSSROURI Rahal  
 Pr. NASSAR Ittimade  
 Pr. OUKERRAJ Latifa  
 Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani \*

**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

Pédiatre  
 Chirurgie Générale  
 Neurologie  
 Neuro-chirurgie  
 Radiologie  
 Rhumatologie  
 Neuro-chirurgie  
 Anesthésie Réanimation  
 Anatomie  
 Biochimie-chimie  
 Dermatologie  
 Chirurgie Générale  
 Traumatologie orthopédique  
 Hématologie biologique  
 Chirurgie vasculaire périphérique  
 Hématologie clinique  
 Chirurgie Générale  
 Microbiologie  
 Médecine interne  
 Gynécologie obstétrique  
 Rhumatologie  
 Gastro-entérologie  
 Pédiatrie  
 Pédiatrie  
 Microbiologie **Directeur Hôpital My Ismail**  
 Chimie Thérapeutique  
 Chirurgie Cardio-vasculaire  
 Pédiatrie  
 Hématologie biologique  
 Chirurgie Générale  
 Radiologie  
 Cardiologie  
 Pneumo-phtisiologie



Anesthésie réanimation  
 Médecine interne  
 Physiologie  
 ORL  
 Microbiologie  
 Médecine aéronautique  
 Biochimie chimie  
 Radiologie  
 Chirurgie pédiatrique  
 Pédiatrie  
 Radiologie  
 Chirurgie plastique et réparatrice  
 Urologie  
 Gastro entérologie

Pr. LAMALMI Najat  
Pr. MOSADIK Ahlam  
Pr. MOUJAHID Mountassir\*  
Pr. NAZIH Mouna\*  
Pr. ZOUAIDIA Fouad

Anatomie pathologique  
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\*

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

### Février 2013

Pr. AHID Samir  
Pr. AIT EL CADI Mina  
Pr. AMRANI HANCHI Laila  
Pr. AMOUR Mourad  
Pr. AWAB Almahdi  
Pr. BELAYACHI Jihane  
Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain  
Pr. BENCHEKROUN Laila  
Pr. BENKIRANE Souad  
Pr. BENNANA Ahmed\*  
0.  
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

Pharmacologie – Chimie  
Toxicologie  
Gastro-Entérologie  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Réanimation Médicale  
Anesthésie Réanimation  
Biochimie-Chimie  
Hématologie  
Informatique Pharmaceutique

Anesthésie Réanimation  
Néphrologie  
Chimie Analytique  
Traumatologie Orthopédie  
Anatomie  
Cardiologie  
Réanimation Médicale  
Pédiatrie  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Neuro-Chirurgie  
Médecine Nucléaire  
Chimie Thérapeutique  
Toxicologie  
Pédiatrie



Pr. EL KHANNOUSSI Basma  
 Pr. EL KHLOUFI Samir  
 Pr. EL KORAICHI Alae  
 Pr. EN-NOUALI Hassane\*  
 Pr. ERRGUIG Laila  
 Pr. FIKRI Meryim  
 Pr. GHFIR Imade  
 Pr. IMANE Zineb  
 Pr. IRAQI Hind  
 Pr. KABBAJ Hakima  
 Pr. KADIRI Mohamed\*  
 Pr. LATIB Rachida  
 Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra  
 Pr. MEDDAH Bouchra  
 Pr. MELHAOUI Adyl  
 Pr. MRABTI Hind  
 Pr. NEJJARI Rachid  
 Pr. OUBEJJA Houda  
 Pr. OUKABLI Mohamed\*  
 Pr. RAHALI Younes  
 Pr. RATBI Ilham  
 Pr. RAHMANI Mounia  
 Pr. REDA Karim\*  
 Pr. REGRAGUI Wafa  
 Pr. RKAIN Hanan  
 Pr. ROSTOM Samira  
 Pr. ROUAS Lamiaa  
 Pr. ROUIBAA Fedoua\*  
 Pr. SALIHOUN Mouna  
 Pr. SAYAH Rochde  
 Pr. SEDDIK Hassan\*  
 Pr. ZERHOUNI Hicham  
 Pr. ZINE Ali\*

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

**Avril 2013**

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

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale  
 Urologie  
 Médecine Interne

**\*Enseignants Militaires**



### **MARS 2014**

ACHIR ABDELLAH  
BENCHAKROUN MOHAMMED  
BOUCHIKH MOHAMMED  
EL KABBAJ DRISS  
EL MACHTANI IDRISSE SAMIRA  
HARDIZI HOUYAM  
HASSANI AMALE  
HERRAK LAILA  
JANANE ABDELLA TIF  
JEAIDI ANASS  
KOUACH JAOUAD  
LEMNOUER ABDELHAY  
MAKRAM SANAA  
OULAHYANE RACHID  
RHISSASSI MOHAMED JMFAR  
SABRY MOHAMED  
SEKKACH YOUSSEF  
TAZL MOUKBA. :LA.KLA.

#### **\*Enseignants Militaires**

### **DECEMBRE 2014**

ABILKACEM RACHID'  
AIT BOUGHIMA FADILA  
BEKKALI HICHAM  
BENAZZOU SALMA  
BOUABDELLAH MOUNYA  
BOUCHRIK MOURAD  
DERRAJI SOUFIANE  
DOBLALI TAOUFIK  
EL AYOUBI EL IDRISSE ALI  
EL GHADBANE ABDEDAIM HATIM  
EL MARJANY MOHAMMED  
FEJJAL NAWFAL  
JAHIDI MOHAMED  
LAKHAL ZOUHAIR  
OUDGHIRI NEZHA  
Rami Mohamed  
SABIR MARIA  
SBAI IDRISSE KARIM

#### **\*Enseignants Militaires**

Chirurgie Thoracique  
Traumatologie- Orthopédie  
Chirurgie Thoracique  
Néphrologie  
Biochimie-Chimie  
Histologie- Embryologie-Cytogénétique  
Pédiatrie  
Pneumologie  
Urologie  
Hématologie Biologique  
Généologie-Obstétrique  
Microbiologie  
Pharmacologie  
Chirurgie Pédiatrique  
CCV  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Généologie-Obstétrique

Pédiatrie  
Médecine Légale  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Maxillo-Faciale  
Biochimie-Chimie  
Parasitologie  
Pharmacie Clinique  
Microbiologie  
Anatomie  
Anesthésie-Réanimation  
Radiothérapie  
Chirurgie Réparatrice et Plastique  
O.R.L  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Pédiatrique  
Psychiatrie  
Médecine préventive, santé publique et Hyg.



## **AOUT 2015**

Meziane meryem  
Tahri latifa

Dermatologie  
Rhumatologie

## **JANVIER 2016**

BENKABBOU AMINE  
EL ASRI FOUAD  
ERRAMI NOUREDDINE  
NITASSI SOPHIA

Chirurgie Générale  
Ophtalmologie  
O.R.L  
O.R.L

## **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. CHAHED OUZZANI Lalla Chadia	Biochimie – chimie
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie
Pr. DRAOUI Mustapha	Chimie Analytique
Pr. EL GUESSABI Lahcen	Pharmacognosie
Pr. ETTAIB Abdelkader	Zootéchnie
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 14/12/2016 par le  
Service des Ressources Humaines*





*Dédicaces*

*ALLAH, le tout miséricordieux*

*et le très miséricordieux*

*Je vous suis redevable*

*de nombreux bienfaits et je me sou mets à votre volonté*

*et ne reconnais que vous comme étant mon guide.*

*À ma mère,*

*Maman, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour,  
son soutien, ses prières et sa bénédiction ainsi que tous les sacrifices  
consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance  
et sa présence dans ma vie.*

*Jamais je n'aurais rêvé d'avoir une meilleure mère.*

*Reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il,  
l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*Je t'aime maman.*

*À mon père,*

*Papa, si on devait décerner le diplôme du meilleur père du monde,  
tu serais sans nul doute le premier car nous ; tes enfants ;  
avons été vraiment privilégiées en t'ayant comme père.*

*Ta droiture, ta conscience professionnelle  
et ton devoir paternel me serviront d'exemple dans la vie.*

*Merci pour ce que tu as fait et tout ce  
que tu fais encore pour nous.*

*J'espère que tu trouveras dans ce travail, une infime  
partie de ma reconnaissance éternelle.*

*Je t'aime papa.*

*À mes sœurs Amira et Manal :*

*Amira ma petite grande sœur que j'aime inconditionnellement,  
tu es mon petit ange sur terre, mon innocente qui m'a tenue  
compagnie durant toutes mes années d'étude et qui  
par sa présence me donne de l'espoir et du réconfort.*

*Manal, ma sœur au grand cœur, je te remercie pour tous les souvenirs  
qu'on se construit, pour ta présence pendant mes moments difficiles,  
pour tes conseils, pas toujours judicieux mais toujours honnêtes.  
Une âme pure qui sème le bien autour d'elle sans attendre en retour,  
une personne rare, qui grâce à beaucoup de chance, est ma sœur.*

*À mes amis :*

*Omar, le frère que je n'ai jamais eu, une vraie boule d'énergie,  
une personne authentique sur laquelle on peut compter n'importe  
quand, n'importe où ! Mes années de faculté ne seraient pas pareilles  
sans toi. Puisse notre amitié durer le reste de nos jours.*

*Youssef, mon cousin que j'aime et que je considère comme mon frère.*

*Nassima, merci pour tous nos moments de remise en question,  
de bonnes résolutions jamais tenues.*

*Merci pour ta disponibilité et tes mots d'encouragement.*

*Salima, ma copine d'internat ; une petite femme de fer.*

*Merci pour tes conseils et ton originalité.*

*Fatine au bon cœur, je te souhaite beaucoup de bonheur.*

*Meryem, Imane et Asmae nous sommes souvent loin  
des yeux mais jamais loin du cœur.*

*Je vous souhaite beaucoup de bonheur.*

*À toute ma famille*

*À toutes les générations d'internes  
du CHU de Rabat-Salé,*

*À mes amis résidents de gynécologie-obstétrique  
de la maternité Souissi*

*À mon service de cœur ; la réanimation des urgences  
chirurgicales du CHU de Rabat-Salé*

*À tous ceux que ma réussite tient à cœur.*



*Remerciements*

*À notre maître et Président de thèse,  
Pr. FAROUDY MAMOUN*

*J'ai eu l'honneur d'être parmi vos élèves et de travailler à vos côtés.  
Vous êtes une vraie source d'inspiration. Votre authenticité,  
votre dynamisme et votre pragmatisme ont su marquer les esprits .  
Vous avez fait de mon passage à la RUCH une réelle expérience de vie.  
Veuillez bien monsieur recevoir mes remerciements pour  
l'honneur que vous me faites en acceptant de présider cette thèse.*

*À notre maître et Rapporteur de thèse,*

*Pr. KETTANI ALI*

*J'ai eu l'honneur et le plaisir d'être parmi vos élèves.*

*Pour votre modestie et votre soutien je vous exprime*

*ma gratitude et mon profond respect.*

*Votre rigueur, votre vicacité et vos qualités pédagogiques*

*sont pour moi un réel modèle.*

*Veillez bien monsieur accepter mes remerciements*

*pour l'immense honneur que vous me faites en acceptant*

*l'encadrement de ce travail.*

*À notre maître,*  
**Pr. TADILI JAWAD**

*Sans qui ce travail n'aurait jamais vu le jour. Votre dévouement et votre conscience professionnelle sont inégalables. Par votre patience et votre gentillesse vous avez su m'encourager et m'orienter tout le long de ce travail. En espérant m'imprégner de vos qualités humaines et professionnelles, je vous prie d'accepter mes sincères remerciements et ma profonde gratitude.*

*Puisse votre vie être remplie de réussite et de bonheur.*

*À notre maître et juge de thèse,*

*Pr. NASSAR ITTIMADE*

*Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites  
en acceptant de juger cette thèse. Veuillez trouver ici  
l'expression de notre considération et de nos remerciements.*

*À notre maître et juge de thèse,*

*Pr. BENKABBOU AMINE*

*Vous nous faites l'honneur d'accepter de juger ce travail.*

*Veillez trouver ici le témoignage de notre sincère  
gratitude et de notre profond respect.*

## LISTE DES ABREVIATIONS :

**AAN subcommittee assessment** : american academy of neurology subcommittee assesement

**ACA** : artère cérébrale antérieure

**ACE** : artère carotide externe

**ACI** : artère carotide interne

**ACM** : artère cérébrale moyenne

**ACoA** : artère communicante antérieure

**ACoP** : artère communicante postérieure

**ACP** : artère cérébrale postérieure

**AICA** : artère cérébelleuse inféro-antérieure

**AVCH** : accident vasculaire cérébral hémorragique

**DTC** : Doppler transcrânien

**EEG** : électroencéphalogramme

**EME** : état de mort encéphalique

**HSA** : hémorragie sous arachnoïdienne

**HTIC** : hypertension intra-crânienne

**PAM** : pression artérielle moyenne

**PIC** : pression intra-crânienne

**PICA** : artère cérébelleuse inféro-postérieure

**PPC** : pression de perfusion cérébrale

**SFAR** : société française d'anesthésie et de réanimation

**SRLF** : société de réanimation de langue française

**TDM** : tomodensitométrie

**VD** : vitesse diastolique

**VS** : vitesse systolique

## SOMMAIRE :

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>PRINCIPES GÉNÉRAUX</b> .....	3
I. RAPPEL ANATOMIQUE.....	5
II. PROTOCOLES D'EXAMEN DE DOPPLER TRANSCRÂNIEN ET DE DOPPLER COULEUR TRANSCRÂNIEN .....	9
1. Préparation du patient.....	9
2. Choix de la sonde.....	9
3. Fenêtres pour le Doppler transcrânien et le Doppler couleur transcrânien.....	9
4. Position du patient et choix de la fenêtre .....	12
5. Techniques d'examen en fenêtre temporale.....	12
6. Optimisation de l'image.....	12
III. DOPPLER TRANSCRANIEN ET MORT ENCEPHALIQUE .....	15
<b>MATÉRIEL ET MÉTHODES</b> .....	18
1- PATIENTS .....	19
2- METHODOLOGIE .....	20

<b>RÉSULTATS</b> .....	23
1. OBJECTIF PRINCIPAL .....	28
2.OBJECTIFS            SECONDAIRES :            PROFILS            DOPPLER TRANSCRANIEN .....	29
<b>DISCUSSION</b> .....	31
<b>CONCLUSION</b> .....	37
<b>RÉFÉRENCES</b> .....	43



Le processus de mort encéphalique (ME) est un événement progressif. Il est le résultat d'une succession d'anomalies à l'échelle cellulaire allant de la défaillance énergétique anoxo-ischémique jusqu'à la nécrose cellulaire responsable de la mort neuronale irréversible.

Pour permettre le prélèvement d'organes sur un patient en état de mort encéphalique (EME), la législation marocaine impose de confirmer le diagnostic de la mort encéphalique par l'une ou l'autre de deux méthodes (1) :

- Mise en évidence de l'abolition de l'activité électrique corticale sur un enregistrement de 30 minutes : 2 électroencéphalogrammes nuls avec un intervalle minimal de 4 heures et dosages toxicologiques sanguins et urinaires de médicaments déprimeurs du système nerveux central négatifs.
- Mise en évidence de l'absence de flux sanguin cérébral par angiographie cérébrale des 4 axes vasculaires.

L'écho-Doppler transcrânien permet de dépister précocement un arrêt du flux sanguin dans les artères à destinée encéphalique. Il est non invasif, sans risque, facilement réalisable et reproductible au lit du malade. Il apporte une aide précieuse au diagnostic de la mort encéphalique. Il permet de faciliter ce diagnostic chez des patients sédatisés, curarisés, hypothermes et ou en profonde imprégnation de barbituriques. Il n'a cependant aucune valeur légale actuellement. Une méta-analyse réalisée en 2006 rapporte une sensibilité de l'examen Doppler de 95% et une spécificité de 99% sur deux études (2). 10 autres études montrent une sensibilité de 89% et une spécificité de 99% (2). Dans les recommandations de l'académie américaine de neurologie, le Doppler transcrânien (DTC) fait partie des examens optionnels pour confirmer l'état de mort encéphalique.



L'ultrasonographie peut être utilisée pour étudier les artères intracrâniennes au travers de « fenêtres acoustiques » au niveau desquelles l'os est fin ou absent. Le Doppler transcrânien dans sa forme basique utilise un système de Doppler pulsé dédié qui ne permet qu'une analyse spectrale. Le mode duplex peut être utilisé pour le Doppler couleur transcrânien. Le Doppler couleur transcrânien permet l'identification correcte des artères, mais n'insone pas les vaisseaux aussi bien que le Doppler transcrânien (3,4). Tous deux peuvent mettre en évidence des anomalies de flux et des signaux caractéristiques d'un arrêt circulatoire cérébral chez les patients en état de mort encéphalique (5). Ces deux méthodes sont simples, non invasives et peu coûteuses, mais l'angiographie est nécessaire pour une étude anatomique plus détaillée et plus complète.

## **I. RAPPEL ANATOMIQUE**

➤ **Artères dont l'examen doit figurer dans le compte-rendu de l'évaluation systématique d'un cérébro-lésé par Doppler transcrânien :**

- Artère carotide interne (ACI)
- Artère vertébrale
- Artère basilaire
- Artère cérébrale antérieure (ACA)
- Artère cérébrale moyenne (ACM)
- Artère cérébrale postérieure (ACP)
- Artère communicante antérieure (ACoA)
- Artère communicante postérieure (ACoP)

➤ **Autres artères dont l'étude n'est pas obligatoire :**

- Artère carotide externe (ACE)
- Artères cérébelleuses inféro-antérieure et inféro-postérieure (AICA et PICA)

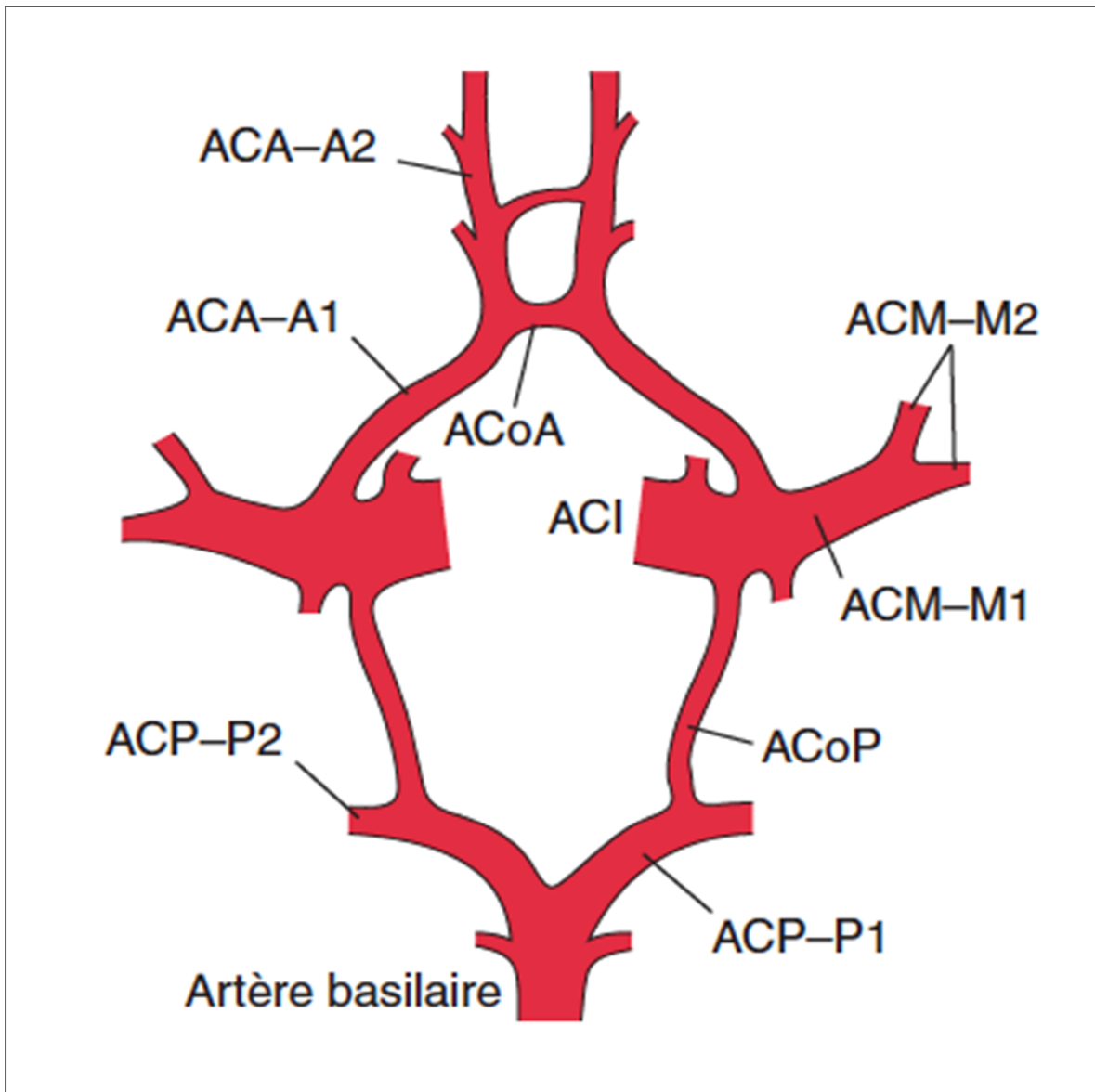


Fig. 1 : Cercle ou polygone de Willis

➤ **Polygone de Willis :**

- Les systèmes carotidien et vertébro-basilaire communiquent latéralement et d'avant en arrière.
- L'ACoA rejoint les ACA.
- Chaque ACoP rejoint l'ACP et l'ACM homolatérales.
- Chaque ACA a un trajet médian puis supérieur entre les lobes frontaux :
  - A1 : segment avant l'ACoA,
  - A2 : segment après l'ACoA.
- Chaque ACM a un trajet horizontal et latéral puis bifurque ou trifurque en donnant les branches suivantes :
  - M1 : segment avant la bifurcation,
  - M2 : segment après la bifurcation.
- Chaque ACP a un trajet antérieur et latéral, puis latéral et postérieur :
  - P1 : segment avant l'ACoP,
  - P2 : segment après l'ACoP.

Un ou plusieurs segments du cercle sont absents chez 50 % des patients ; il s'agit le plus souvent d'une hypoplasie de l'ACoP, qui explique qu'une circulation collatérale potentielle puisse être insuffisante

- L'ACP naît directement de l'ACI, remplaçant l'ACoP dans 15 % des cas.

Les artères qui participent à la circulation cérébrale se rejoignent à la base du crâne pour former le polygone de Willis. La vascularisation de la partie antérieure du cerveau a pour origine l'ACI, dont la portion intracrânienne commence au niveau du canal carotidien à la base du crâne. Des anastomoses relient les branches des ACI et ACE. La partie postérieure du cerveau est vascularisée par les artères vertébrales et l'artère basilaire.

## **II. PROTOCOLES D'EXAMEN DE DOPPLER TRANSCRÂNIEN ET DE DOPPLER COULEUR TRANSCRÂNIEN**

### **1. Préparation du patient :**

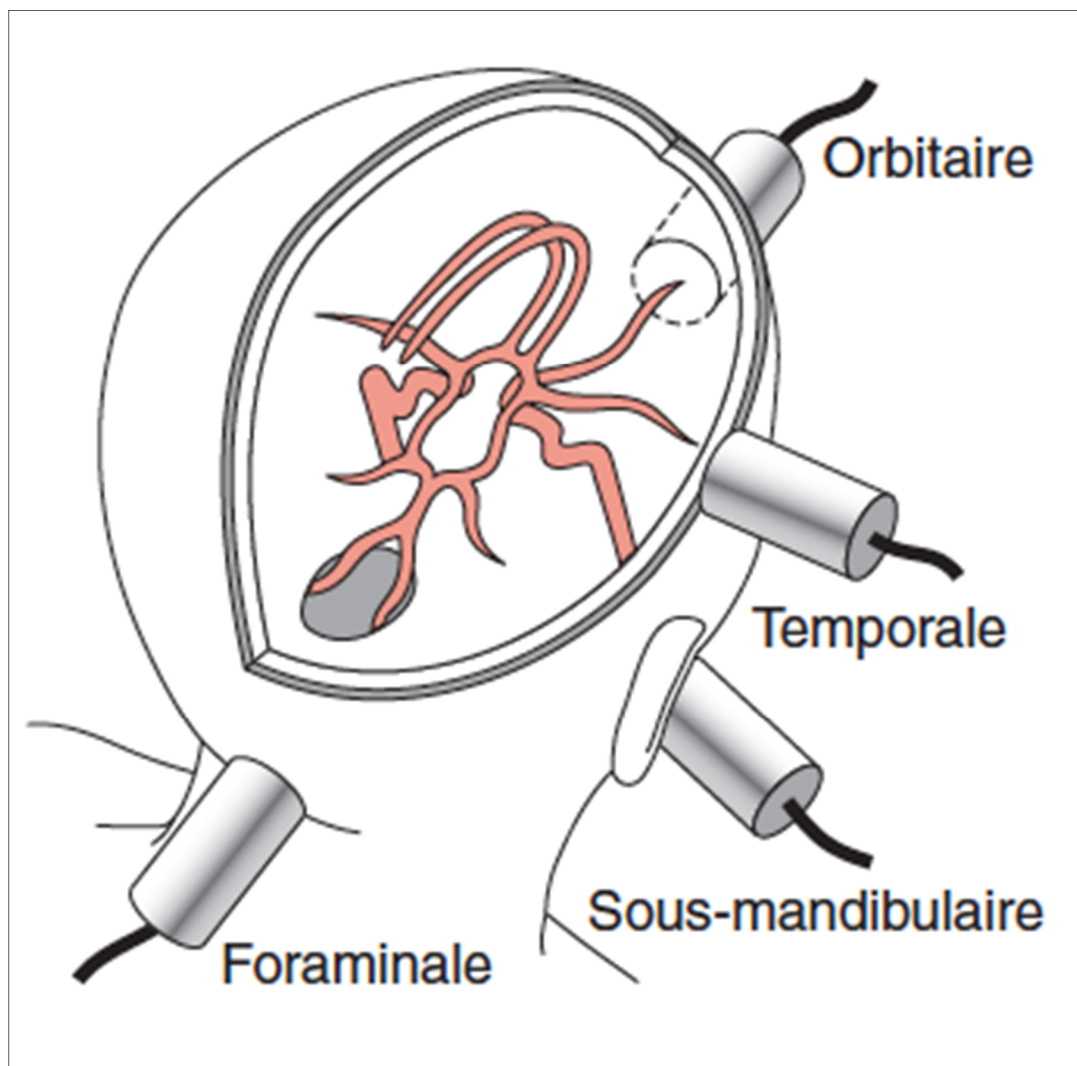
Le patient est en décubitus dorsal, tête en position neutre dans l'axe du corps, légèrement surélevée à 30 °, la fenêtre temporale doit être dégagée, l'opérateur se place derrière le malade, l'examen est réalisé sur un malade monitoré en optimisant la pression artérielle moyenne (PAM) et après élimination des facteurs confondants (hyper et hypocapnie profondes, anémie, hypoxie sévère).

### **2. Choix de la sonde :**

Les systèmes de Doppler pulsé dédiés au Doppler transcrânien ont une fréquence de 2 à 3 MHz. Une petite sonde de 2 MHz est nécessaire pour le Doppler couleur transcrânien (5,6).

### **3. Fenêtres pour le Doppler transcrânien et le Doppler couleur transcrânien :**

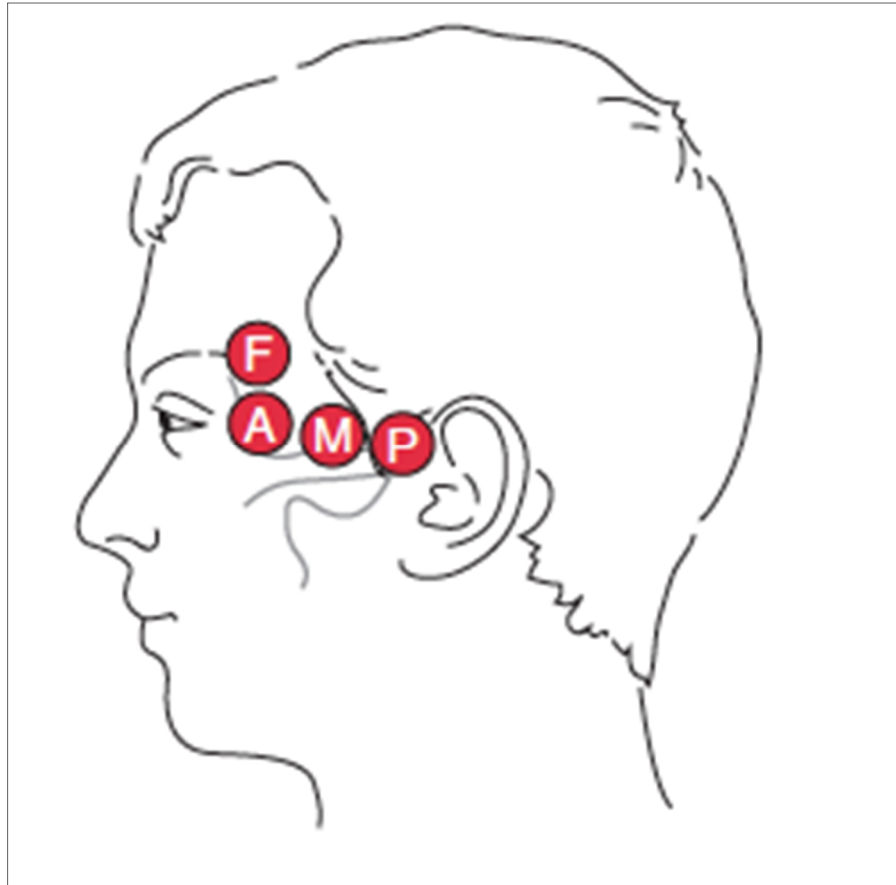
Le Doppler transcrânien et le Doppler couleur transcrânien requièrent des fenêtres où l'os est peu épais ou absent.



**Fig. 2** : Fenêtres acoustiques transcrâniennes

➤ **FENÊTRE TEMPORALE :**

L'os temporal est peu épais chez les patients jeunes, mais son épaisseur augmente avec l'âge, particulièrement chez la femme.



**Fig. 3 :** Représentation des fenêtres temporelles.

F : fenêtre antérieure à travers l'os frontal peu épais.

A : fenêtre temporale antérieure en arrière du processus frontal de l'os zygomatique.

M : fenêtre temporale moyenne.

P : fenêtre temporale postérieure pré-auriculaire.

#### **4. Position du patient et choix de la fenêtre :**

Le patient est allongé sur le dos avec la tête surélevée pour permettre le balayage par le côté. Balayer le côté droit et le côté gauche. Placer la sonde au-dessus de l'arcade zygomatique en face de l'oreille. Plusieurs positions peuvent être utilisées, mais seule l'une d'entre elles donne habituellement une image correcte.

#### **5. Techniques d'examen en fenêtre temporale :**

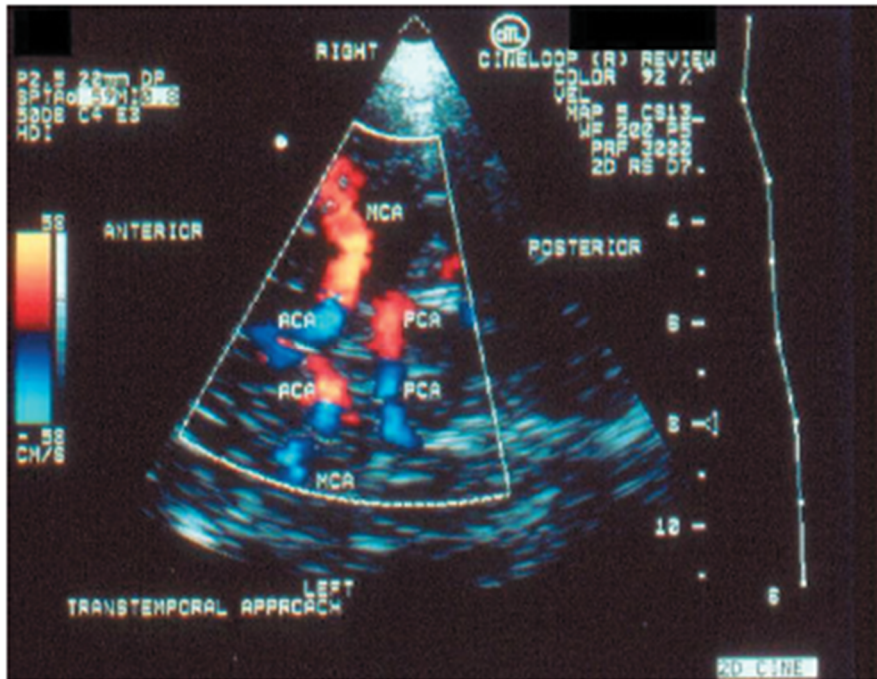
La fenêtre temporale visualise les branches artérielles des ACI et ACP.

Les artères sont insonées avec la sonde tenue dans une position transversale, le marqueur de l'orientation de l'image étant antérieur.

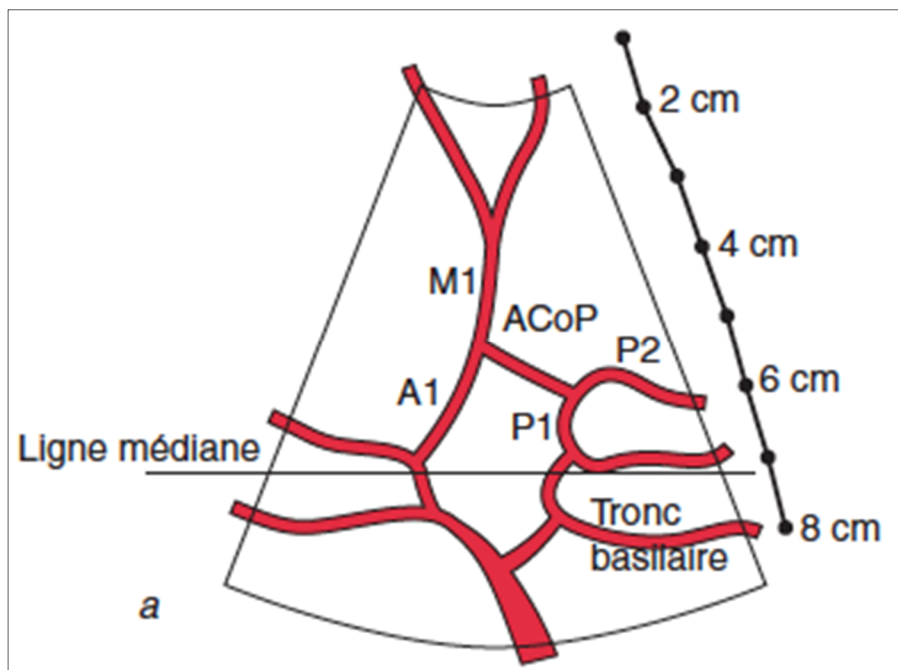
#### **6. Optimisation de l'image :**

Si le Doppler transcrânien et le Doppler couleur transcrânien ne détectent aucun flux, les raisons peuvent être :

- une étude insuffisante en Doppler couleur transcrânien ;
- une fenêtre inadaptée ou un os trop épais ;
- des calcifications artérielles ou une occlusion artérielle ;
- un angle d'insonation défavorable ;
- des variations anatomiques ou une tortuosité vasculaire ;
- une échelle de vitesses réglée trop haut ;
- un flux de basse vitesse ;
- un réglage des filtres de paroi trop haut ;
- un réglage trop bas du gain ou de la puissance.



**Fig. 3** : Image en Doppler couleur



**Fig.4** : Diagramme anatomique

**Tableau 1** Valeurs normales des paramètres mesurés chez l'adulte.

Artère	Voie	Sens du flux	Profondeur (cm)	$V_m$ (cm/s)
Artère cérébrale moyenne	Temporale	+	45–60	$62 \pm 12$
Artère cérébrale antérieure	Temporale	–	60–75	$51 \pm 12$
Artère cérébrale postérieure	Temporale	+	70–90	$44 \pm 11$
Siphon carotidien	Orbitaire	+	50–75	$42 \pm 10$
Tronc basilaire	Sous-occipitale	–	70–90	$40 \pm 8$

**Tableau n°1** : Valeurs normales (7)

### **III. DOPPLER TRANSCRANIEN ET MORT**

#### **ENCEPHALIQUE :**

La mort encéphalique est directement liée à l'arrêt circulatoire cérébral (ACC). Cet arrêt circulatoire se fait lorsque la pression intra-crânienne (PIC) est supérieure à la pression artérielle moyenne (PAM). ( $PPC = PAM - PIC$ )

Le Doppler transcrânien est en mesure de détecter cet arrêt par l'étude des vitesses des flux systolique et diastolique au niveau des artères cérébrales.

Les résultats du Doppler varieront en fonction de la PIC. Les vitesses diastoliques (VD) diminuent progressivement alors que les vitesses systoliques (VS) sont peu affectées.

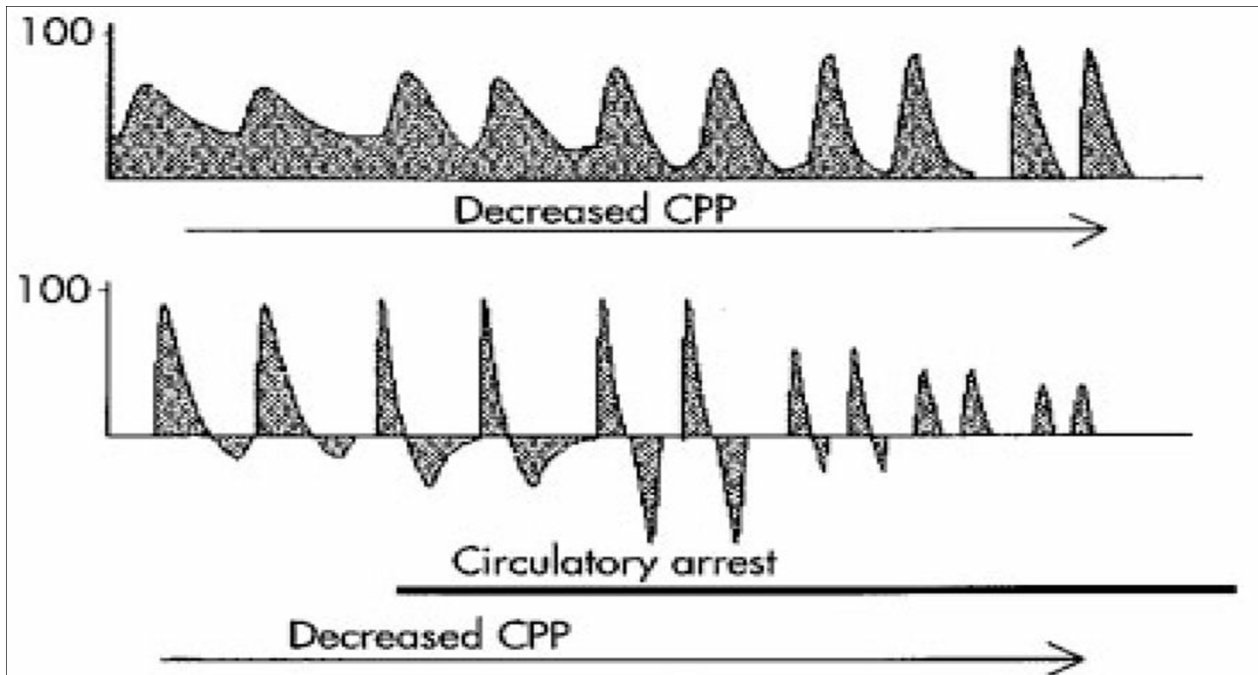
Lorsque la PIC augmente, les VD diminuent progressivement jusqu'à devenir nulles. C'est à ce moment-là que survient l'ACC.

Si la PIC devient supérieure à la pression diastolique les VD se négativent et donnent un aspect Doppler caractéristique : signal antérograde en systole et rétrograde en diastole. C'est le flux pendulaire ou biphasique (*reverse-flow*).

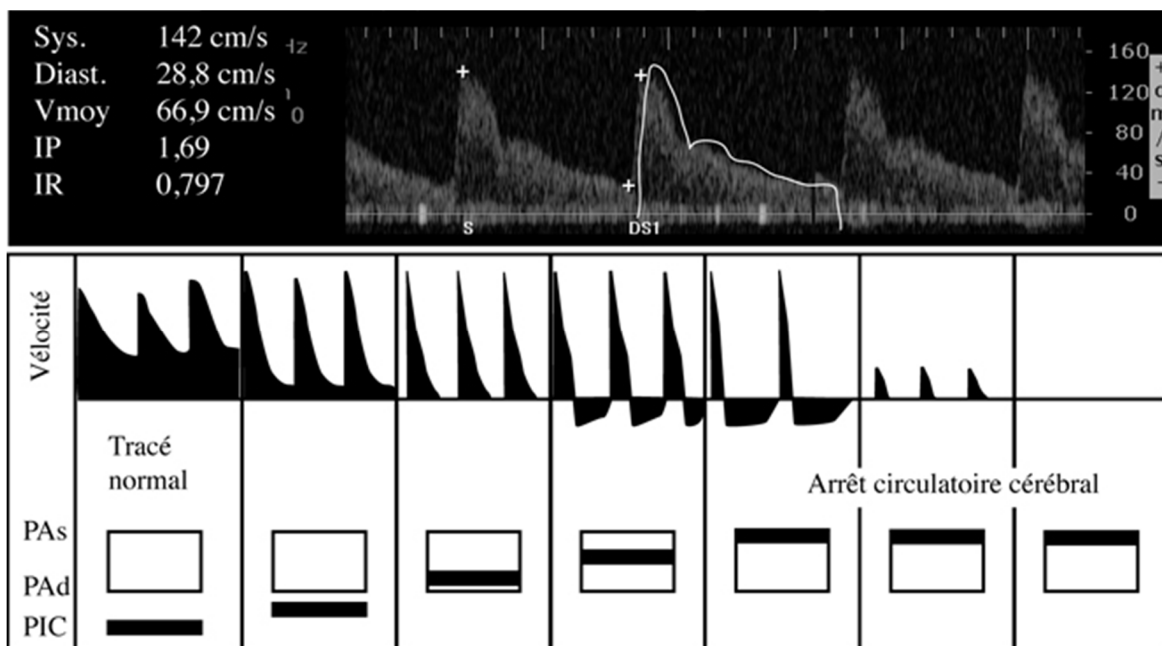
Plus tard, avant la disparition de tout signal, il existe de brefs pics protosystoliques de faible amplitude (*spikes*).

Le flux biphasique et les pics protosystoliques sont tous deux compatibles avec un ACC. Ainsi la constatation d'un ACC au niveau des deux ACM et au niveau du tronc basilaire est toujours prédictive d'une mort encéphalique. (2) (26) (38)

Lorsque les signaux sont analysés seulement au niveau de l'ACM, l'arrêt circulatoire pendant 30 minutes à la même valeur prédictive.



**Fig. 5 :** Evolution du sonogramme transcrânien au cours de l'arrêt circulatoire cérébral (2)



**Fig. 6 :** Effet de l'augmentation de la PIC sur le sonogramme transcrânien (8)

### Objectifs :

L'objectif principal de ce travail était d'étudier la sensibilité et la spécificité globales du Doppler transcrânien dans le diagnostic de mort cérébrale, en utilisant comme examen de référence l'angioscanner cérébral. L'objectif secondaire était d'étudier la sensibilité et la spécificité de certains profils Doppler dans ce même diagnostic.



*Matériel et méthodes :*

Il s'agit d'une étude prospective, mono centrique, réalisée dans le service de réanimation des urgences chirurgicales de l'hôpital Ibn Sina au CHU de Rabat entre 2014 et 2016.

## **1- PATIENTS**

### Critères d'inclusion

- Patients cérébro-lésés présentant un état de mort encéphalique clinique.
- Age supérieur à 18 ans.

### Critères de non inclusion

- Patients ayant bénéficié d'une craniectomie décompressive.
- Patients ayant bénéficié d'une dérivation ventriculaire.
- Absence de fenêtre temporale.
- Doppler transcrânien de référence non réalisé.
- PAM > 120 mmHg non réalisable au moment de l'examen.

### Critères de sortie de l'étude (d'exclusion)

- Patients ayant présenté un arrêt cardiaque avant la réalisation de l'examen angioscannographique de référence.

## 2- METHODOLOGIE

Tous les patients présentant un état de mort encéphalique clinique étaient considérés comme éligibles pour l'étude. Parmi eux, ont été inclus ceux qui avaient déjà bénéficié d'un Doppler transcrânien documenté pendant leur prise en charge avant l'état de mort encéphalique. Ceci a permis d'éliminer le biais lié à l'absence d'une fenêtre acoustique perméable. Ont été exclus ceux qui avaient bénéficié d'une craniectomie décompressive ou une dérivation ventriculaire ; au vu de la possibilité de mort encéphalique sans arrêt circulatoire cérébral chez ce genre de patients (9). Enfin, le seuil de PAM à 120 mmHg était exigé avant la réalisation du Doppler afin d'éliminer le biais lié à un faux aspect d'absence de circulation cérébrale liée à une hypotension artérielle systémique.

Les critères diagnostiques cliniques de la mort encéphalique utilisés étaient ceux de la conférence d'experts de la SFAR, SRLF et Agence de biomédecine (10). La mort encéphalique était suspectée devant un score de Glasgow à 3 avec absence des réflexes du tronc cérébral à distance de toute sédation et en l'absence d'hypothermie. La confirmation était obtenue par le test d'apnée (épreuve d'hypercapnie) prouvant l'absence de ventilation spontanée. Le Doppler transcrânien était réalisé dès le diagnostic clinique établi, il était immédiatement suivi d'un angioscanner cérébral systématique.

Trois types de signaux Doppler évocateurs d'arrêt circulatoire cérébral ont été retenus: (2)

- le flux pendulaire bilatéral
- les pics protosystoliques bilatéraux
- l'absence totale de flux chez les patients ayant bénéficié d'un monitoring Doppler préalable.

Ils ont été recueillis sur chaque ACM de façon bilatérale. L'ACM a été utilisée au Doppler, outre son accessibilité, à cause du fait que le score scannographique de mort cérébrale, gold standard dans le domaine, se base uniquement sur cette artère. Le réseau postérieur, apprécié par l'étude du tronc basilaire, n'a pas été étudié car nécessite une mobilisation de la tête difficile à réaliser chez les traumatisés crâniens graves en ventilation mécanique.

Le Doppler était réalisé au lit du patient par un opérateur sénior, au moyen d'une sonde écho-Doppler de basse fréquence (2 MHz) sur un échographe Sonosite M turbo™ au niveau de la fenêtre temporale. Pour chaque artère ont été enregistrées les vitesses systolique, diastolique et moyenne, à 3 reprises. La meilleure des 3 mesures a été retenue à chaque fois. Etaient considérés comme en état de mort encéphalique « doppler » les patients présentant de manière bilatérale des signes de mort encéphalique. 5 profils ont été ainsi définis :

- **Profil 1** : flux biphasique bilatéral
- **Profil 2** : pics systoliques bilatéraux
- **Profil 3** : absence de flux bilatéral
- **Profil 4** : Doppler asymétrique : 2 signes différents de mort encéphalique des 2 côtés
- **Profil 5** : absence de mort encéphalique « doppler » : persistance d'une circulation cérébrale diastolique au moins d'un côté

L'angioscanner cérébral a été réalisé systématiquement immédiatement après le Doppler transcrânien, indépendamment des résultats de celui-ci.

Score scannographique utilisé : Critères diagnostiques de ME à l'angioscanner (2010) :

Critères de la mort encéphalique à l'angioscanner cérébral à 1 min après injection du produit de contraste :

La non opacification des :

Branches corticales des ACM (M4) : 1+1

Veines cérébrales internes droite et gauche : 1+1

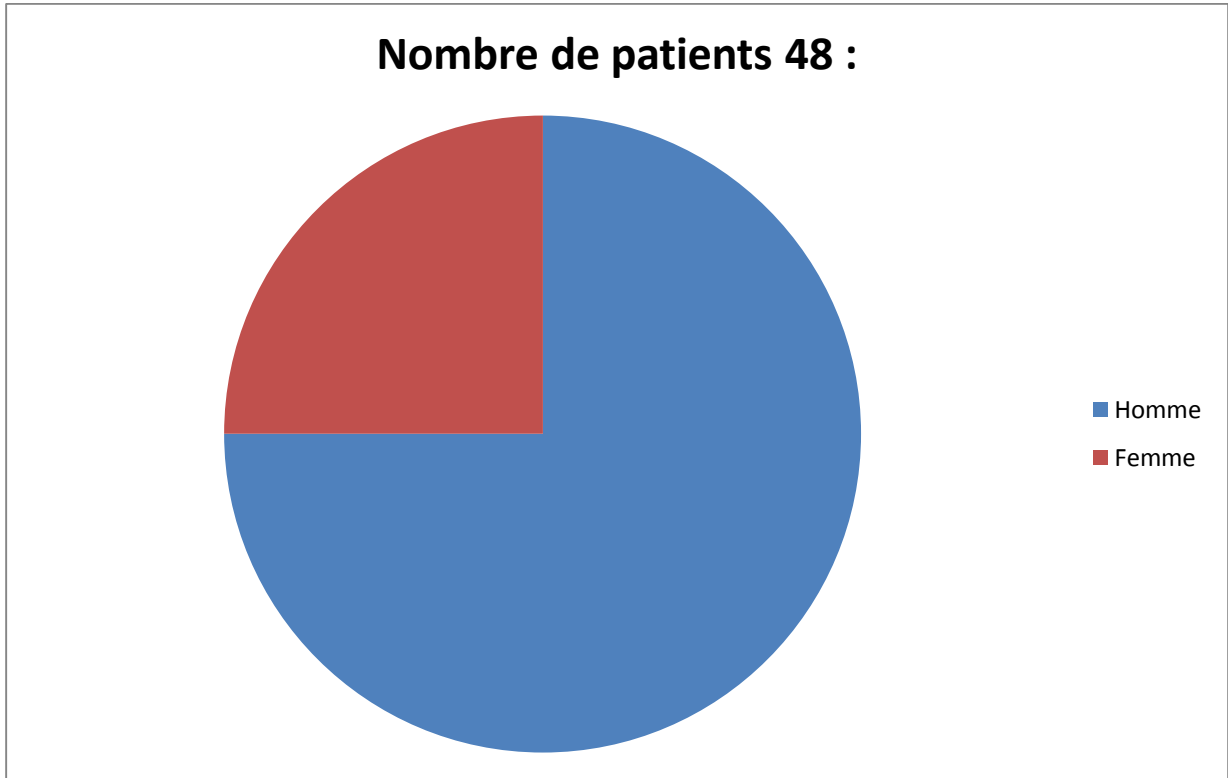
Mort cérébrale si score d'opacification à 4

Des tableaux de contingence ont été établis pour calculer la spécificité et la sensibilité globales du Doppler transcrânien dans le diagnostic de la mort encéphalique en utilisant comme examen diagnostique de référence l'angioscanner.

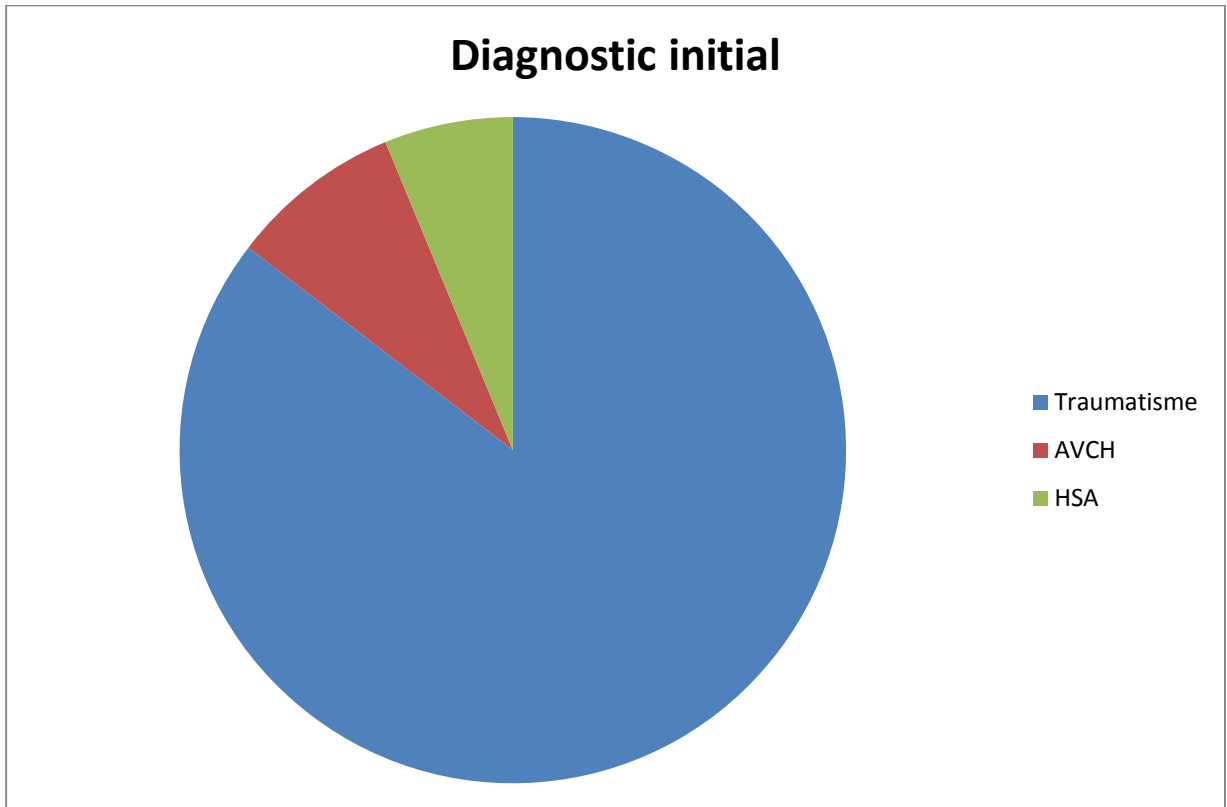
A decorative graphic consisting of a grid of colored dots on the left, a vertical blue line, and a horizontal blue bar. The dots are arranged in a grid that tapers to the right, with colors ranging from light blue to dark blue, and a single purple dot at the bottom right. The word "Résultats" is written in a blue, italicized serif font inside a light blue rounded rectangular box.

*Résultats*

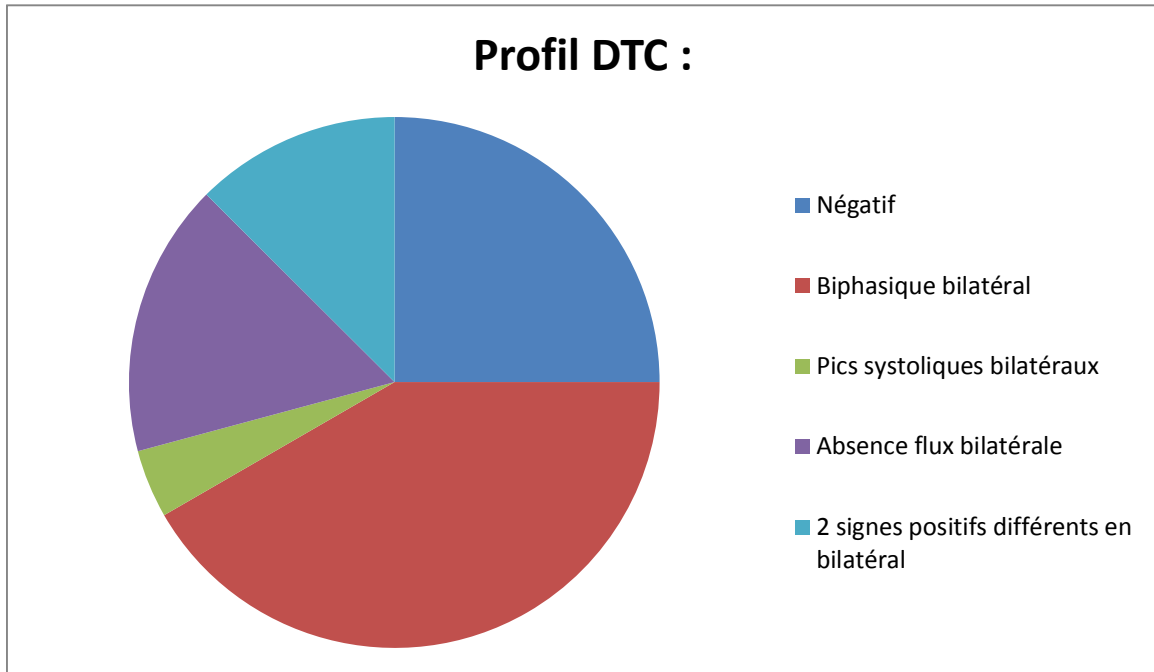
- Nombre de patients : 48
- Age : Moyenne :  $39,6 \pm 17,5$  [16-75]
- Sex ratio H/F:  $36\text{H}/12\text{F} = 3$



- Diagnostic initial :
  - Traumatisme : 41 (85,4%)
  - AVCH : 4 (8,3%)
  - HSA : 3 (6,3%)

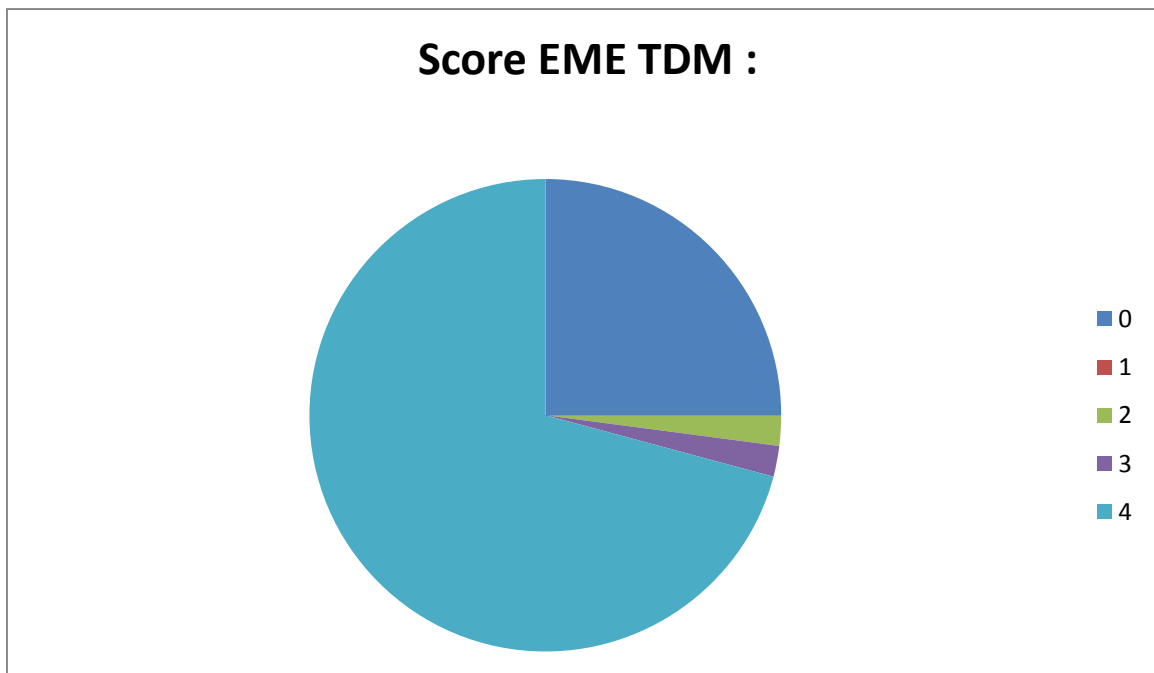


- Chirurgie : 14 (29,2%)
- Profil DTC :
  - Négatif (flux diastolique uni ou bilatéral): 12 (25%)
  - Biphase bilatéral : 20 (41,7%)
  - Pics systoliques bilatéraux : 2 (4,2%)
  - Absence de flux bilatérale : 8 (16,7%)
  - 2 signes positifs différents en bilatéral : 6 (12,5%)



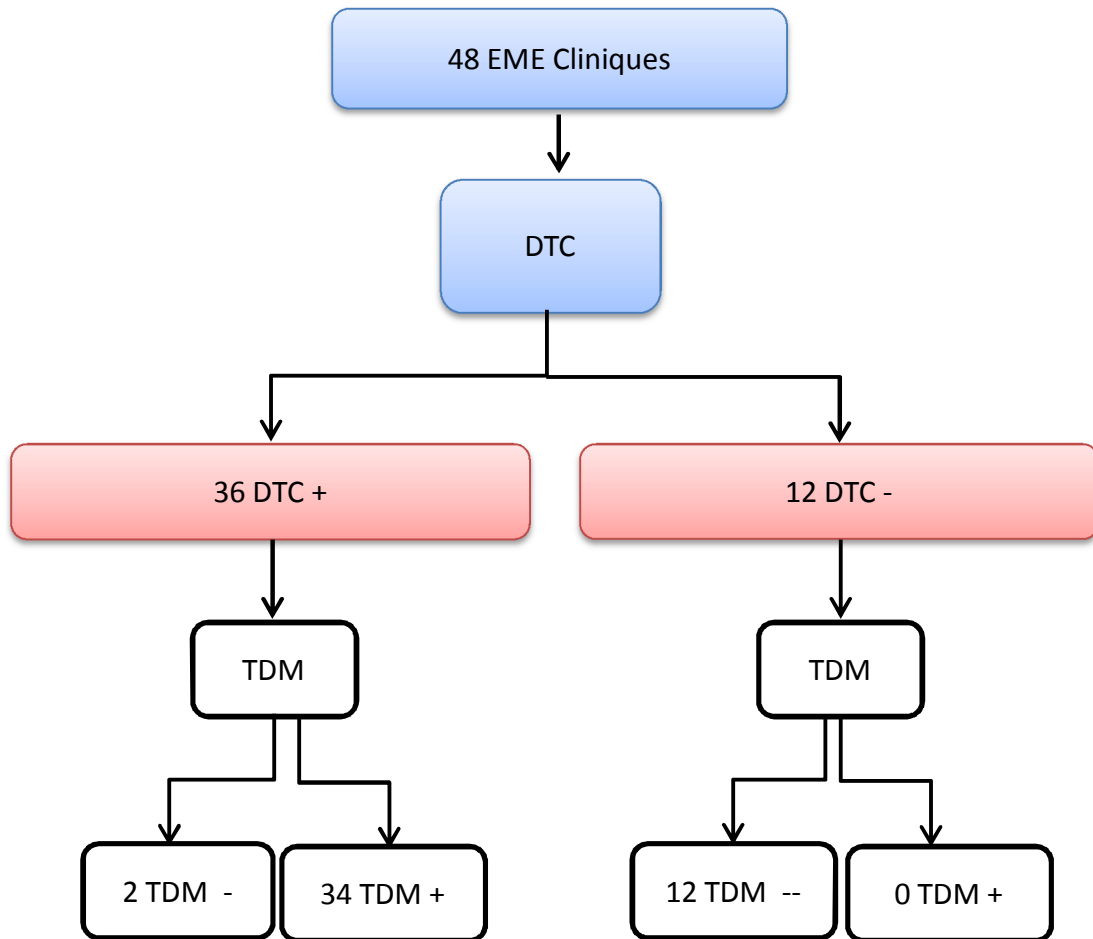
- Score EME TDM :

- 0 : 12 (25%)
- 1 : 0 (0%)
- 2 : 1(2,1%)
- 3 : 1(2,1%)
- 4 : 34 (70,8%)



- Mort cérébrale DTC : 36 (75%)
- Mort cérébrale TDM : 34 (70,8%)
- Mortalité globale : 100%

•Flowchart :



## 1. OBJECTIF PRINCIPAL :

	<b>EME TDM</b>	<b>Pas EME TDM</b>
<b>EME DTC</b>	34	2
<b>Pas EME DTC</b>	0	12

- Sensibilité : 100%
- Spécificité : 85,7%
- VPP : 94,4%
- VPN : 100%

## 2. OBJECTIFS SECONDAIRES : PROFILS DTC :

- Flux biphasique bilatéral : (n=32)

	<b>EME TDM</b>	<b>Pas EME TDM</b>
<b>EME DTC</b>	18	2
<b>Pas EME DTC</b>	0	12

- Sensibilité : 100%
- Spécificité : 85,7%
- VPP : 90%
- VPN : 100%

- Tous les signes sauf le biphasique bilatéral : (n=28)

	<b>EME TDM</b>	<b>Pas EME TDM</b>
<b>EME DTC</b>	16	0
<b>Pas EME DTC</b>	0	12

- Sensibilité : 100%
- Spécificité : 100%
- VPP : 100%
- VPN : 100%



*Discussion*

Dans notre série la sensibilité du DTC est de 100 % ce qui rejoint globalement les taux de sensibilité rapportés dans les publications récentes qui varient de 75,5% dans l'étude de Freitas (11) à 91-100% selon l'AAN subcommittee Assessment (12).

Cet écart de sensibilité retrouvé entre les différentes études peut être expliqué par des différences méthodologiques majeures.

Le taux de flux cérébral persistant dans notre étude est élevé. Parmi les raisons qui expliquent cette différence avec les autres séries est le seuil obligatoire de PAM à 120 mmHg que nous avons exigé pendant la réalisation du DTC à la recherche de l'arrêt circulatoire cérébral.

Des seuils beaucoup plus bas à 70 jusqu'à 90 mmHg de PAM utilisés dans d'autres études (13, 14,15) expliqueraient en partie le faible taux de faux négatifs et donc un taux de sensibilité plus élevé que le nôtre.

Cet argument du seuil de PAM a été évoqué dans la publication de Cardonaa (16) qui a mis en évidence l'impact des manœuvres thérapeutiques telle que l'augmentation de la PAM par les vasopresseurs ou la diminution de la PIC par l'osmothérapie sur le changement de l'aspect du tracé Doppler de mort encéphalique.

L'utilisation de moyens thérapeutiques pour diminuer la PIC chez les patients avec un grand effet de masse cérébrale peut changer l'aspect du flux ; ce qui est associé à la progression de la mort cérébrale. En cas de doute, des tests supplémentaires comme l'EEG peuvent être réalisés afin de confirmer la mort cérébrale.

En outre, on suppose que l'angiographie cérébrale peut montrer une persistance de flux chez un patient en mort cérébrale en raison d'une injection rapide du produit de contraste qui augmente la pression intra-artérielle (17), en cas de lésions cérébrales diffuses d'origine anoxique (18) ou d'un defect osseux (19, 20, 21, 22) sans grande hypertension intracrânienne (HTIC).

Freitas (11) dans une série de 270 cas a rapporté selon une analyse multivariée que le taux de faux négatifs est significativement plus élevé chez les patients qui n'étaient pas sous drogues vasoactives.

D'autre part les aspects du flux Doppler transcrânien retenus comme critères d'arrêt de la circulation cérébrale expliqueraient également cette différence de sensibilité.

L'absence de flux au Doppler est retenue par certains auteurs (23, 24), non retenue par d'autre (25), la mise en évidence préalable d'une fenêtre acoustique perméable est une condition obligatoire à l'utilisation de cet aspect comme critère diagnostique.

Nous avons choisi de retenir l'absence de flux Doppler chez les patients antérieurement monitorés par DTC (critère accepté par le Task force groupe of WFN) (26).

L'absence de flux au Doppler peut être le signe d'un arrêt circulatoire cérébral, comme elle peut être liée à une difficulté à visualiser le vaisseau intracrânien dans un contexte de bas débit cérébral extrême.

Monteiro (2,27) dans sa revue systématique a inclus l'absence de flux comme aspect Doppler compatible avec un arrêt circulatoire cérébral. La méta-analyse de l'ensemble des dix études retenues a montré une sensibilité de 89% et une spécificité de 99%. Selon ce même auteur, l'exclusion des patients présentant cet aspect augmenterait les valeurs de sensibilité.

Petty et al. (23) dans une série de 54 patients comateux n'ont pas considéré l'absence de signal comme aspect compatible avec le diagnostic de ME, même quand il y avait un précédent examen démontrant une fenêtre acoustique perméable. En utilisant ces critères, la spécificité et la sensibilité du DTC pour confirmer la ME étaient 100 et 91,3%, respectivement.

Ainsi l'inclusion de l'absence de flux comme aspect Doppler de ME ne diminuerait pas la spécificité de cet examen.

L'incidence de ce tracé est encore plus basse dans les études qui ont utilisé les foramens naturels comme fenêtres d'insonation tel que le foramen ovale pour l'insonation de l'AVB ou la fenêtre orbitale pour l'étude des branches carotidiennes du polygone de Willis (25).

La fenêtre temporale est moins perméable au-delà de 65 ans et chez la femme en raison d'un épaissement du diploé de l'os temporal. Dans notre série tous les patients ayant présenté une absence de flux au Doppler étaient des hommes jeunes avec une corrélation scannographique (gold standard) de 100%.

La nature des artères cérébrales étudiées au DTC est un autre critère méthodologique qui pourrait expliquer les écarts de sensibilité et de spécificité retrouvés dans la littérature. En effet le réseau artériel cérébral postérieur n'a pas été étudié dans les séries de Kirkham et al. (28), Newell et al. (25), Paolin et al. (29), Qian et al. (30), Shiogai et al. (31), Powers et al. (32), Steinmetz et al. (33), Grote et al. (34), et Eng et al. (35).

Notre étude a confirmé le taux de spécificité de 85,7% du DTC dans le diagnostic de la mort encéphalique qui est de 97,5 à 100% dans la littérature (2).

Par ailleurs les 2 faux positifs que nous avons retrouvé concernaient le flux biphasique, ce constat peut être lié au fait que cet aspect constitue le premier signe Doppler qui apparaît durant l'évolution vers l'ACC et donc une augmentation supplémentaire de la PAM peut donner un tracé de pré-arrêt circulatoire coïncidant avec la réalisation de l'angioscanner et expliquant l'opacification de l'ACM. Cependant le flux biphasique reste un critère incontournable pour le diagnostic précoce de mort encéphalique qui nécessiterait une confirmation soit par l'étude sonographique concomitante des autres axes vasculaires cérébraux (AVB, CI) soit par un examen de meilleure sensibilité et spécificité.

Les spikes systoliques constituent dans notre série l'aspect de ME le moins retrouvé ; 4,2% contre 40% dans l'étude de Marinoni (24) ceci pourrait être en rapport avec l'effectif de notre série. Aussi leur mise en évidence nécessite une attention particulière puisqu'une simple augmentation de l'angle d'insonation peut les faire disparaître ce qui pourrait être considéré à tort comme un aspect d'absence de flux au Doppler.

Enfin le flux biphasique et les spikes systoliques sont les signes pathognomoniques de l'arrêt circulatoire cérébral validés dans la littérature (26).

Dans l'étude de Hadani et al (36) le DTC a objectivé l'arrêt circulatoire cérébral chez 80 cas parmi 83 patients en état de mort encéphalique. La sensibilité était de 96,5% et la spécificité de 100%.

1 faux négatif a été rapporté, il s'agissait d'un patient en mort encéphalique dont le Doppler n'était pas en faveur d'un arrêt circulatoire cérébral.

Feri et al (37) dans une série portant sur 37 patients comateux en HTIC, ont rapporté une spécificité et une sensibilité de 100%, l'arrêt circulatoire cérébral a été objectivé par le DTC chez 18 cas parmi 22 états de mort encéphalique confirmée à l'angiographie, l'obtention d'un signal Doppler adéquat était impossible dans 4 cas.



*Conclusion*

Ainsi le DTC est un examen prédictif pouvant indiquer le timing de réalisation des examens de référence. Son utilisation comme moyen de confirmation de la ME est possible mais doit prendre en considération un certain nombre de paramètres qui n'ont pas encore fait l'objet de consensus à savoir : le type de tracé Doppler, la PAM pré-requise et le timing de réalisation par rapport au diagnostic clinique considéré par plusieurs auteurs comme un facteur influençant significativement la sensibilité et la spécificité de cet examen.



## RESUME

**Titre :** Corrélation entre le Doppler transcrânien et l'angioscanner cérébral dans le diagnostic de la mort encéphalique

**Auteur :** Nivine Cherkaoui Malki

**Mots-clés :** Doppler transcrânien - mort encéphalique – angioscanner cérébral

**Objectif de l'étude :** l'objectif de l'étude était de comparer les résultats du Doppler transcrânien aux résultats de l'examen de référence : l'angioscanner cérébral, dans le diagnostic de la mort encéphalique (ME). L'objectif secondaire était d'évaluer la sensibilité et la spécificité des différents profils Doppler pour ce diagnostic.

**Matériel et méthodes :** il s'agit une étude prospective portant sur 46 patients en état de mort cérébrale clinique, tous hospitalisés au service de réanimation des urgences chirurgicales de l'hôpital Ibn Sina du CHU de Rabat. Les résultats Doppler retenus comme prédictifs de la ME étaient le flux pendulaire, les pics protosystoliques et l'absence de flux au niveau de l'artère cérébrale moyenne. Les résultats ont été corrélés aux résultats de l'angioscanner cérébral.

**Résultats et discussion :** dans cette série, le Doppler transcrânien avait une sensibilité de 85,7%, une spécificité de 100% avec des valeurs prédictives positive et négative respectivement à 94,4% et 100% en adéquation avec les valeurs retrouvées dans la littérature. Le profil Doppler le plus retrouvé était le flux pendulaire (41,7%) qui a une sensibilité à 100% et une spécificité à 85,7%, tandis que le profil le moins observé était la présence de pics protosystoliques (4,2%) qui ont une sensibilité et une spécificité à 100%; taux plus bas que celui retrouvé dans la littérature.

**Conclusion :** le Doppler transcrânien est un examen sensible, rapide et facile à réaliser au lit du malade, mais ne permettant pas, d'un point de vue médico-légal, de poser le diagnostic de ME. Il permet d'affiner les indications de l'angioscanner cérébral afin d'éviter les examens inutiles et pourrait devenir à l'avenir un examen de référence.

## ABSTRACT

**Title** : Correlation between transcranial doppler ultrasonography and CT angiography in the diagnosis of brain death

**Author** : Nivine Cherkaoui Malki

**Key words** : transcranial Doppler ultrasonography - brain death – CT angiography

**Objective** : The main purpose of the study was to compare the results of the transcranial Doppler ultrasonography (TCD) and the results of the reference test : CT angiography, in the diagnosis of brain death (BD). The secondary purpose was to evaluate the sensitivity and specificity of the different patterns of TCD.

**Methods** : The study was carried out over a 3-year period, in which TCD were done on 46 patients with clinical diagnosis of BD. All of them were hospitalized in the surgical emergency and intensive care unit -Ibn Sina university hospital of Rabat. The TCD results considered as predictive of BD were reverse diastolic flow, small systolic spikes, and lack of signal in the middle cerebral artery. Results were correlated with CT angiography.

**Results and discussion** : In this study, TCD has a sensitivity of 85.7%, a specificity of 100% with a positive predictive value and negative predictive value of 94.4% and 100% respectively, which corresponds to the results of the literature. The most retained Doppler pattern was the reverse diastolic flow (41.7%) which has a sensibility of 100% and a specificity of 85,7%, while the least observed pattern was the small systolic spikes (4.2%) that have a sensitivity and a specificity of 100%; which is a lower rate than what found in the literature.

**Conclusion** : The TCD is a sensitive, a fast and an easy test to perform on patient's bed, but it has no legal value in the diagnosis of BD. It allows a proper use of the CT angiography; avoiding unnecessary tests; and could become a reference test in the futur.

## ملخص

**العنوان:** العلاقة بين دوبلر عبر الجمجمة والتصوير عبر الأشعة المقطعية للأوعية الدموية في تشخيص

الموت الدماغى

**من طرف:** نفين الشرقاوي المالقي

**الكلمات الأساسية:** دوبلر عبر الجمجمة - موت الدماغ - الأشعة المقطعية للأوعية الدموية

**هدف الدراسة:** الهدف من دراستنا مقارنة نتائج دوبلر عبر الجمجمة و التصوير عبر الأشعة المقطعية للأوعية الدموية (فحص مرجعي) في تشخيص موت الدماغ . وكان الهدف الثانوي تقييم حساسية و خاصة الأنواع المختلفة لفحص الدوبلر.

**المواد و الطرق:** أجرينا دراسة استطلاعية على 46 مريضا ميت سريريا، الراقدين في مصلحة حالات الطوارئ الجراحية والعناية المركزة في مستشفى ابن سينا جامعة الرباط. وكانت نتائج الدوبلر المبينة للموت السريري تشير إلى تدفق ذهابا وإيابا مع تسجيل قمته في وقت الإنقباضية وكذا عدم وجود تدفق في الشريان ا لدماغى الأوسط. النتائج كانت مترابطة مع نتائج تصوير المقطعي الأوعية الدماغية. **النتائج والمناقشة:** بينت دراستنا أن الدوبلر عبر الجمجمة له حساسية 85.7٪، وخصوصية 100٪ مع VPP و VPN 94.4% و 100% تتابعيا، مقارنة مع النتائج العلمية. نتيجة الدوبلر الأكثر قبولا بينت تدفق ذهابا وإيابا 41.7٪، له حساسية 85.7٪ وخصوصية 100٪، في حين سجل أدنى مستوياته في قمة وقت الإنقباضية (4.2٪)، حساسية وخصوصية 100٪؛ معدل أقل من الذي وجد في الأبحاث العلمية.

**الخلاصة:** إن فحص الدوبلر عبر الجمجمة هو فحص حساس وسريع وسهل الأداء في سرير المريض ، لكن عدم وجود أي قيمة قانونية في الوقت الحالي، لكن يمكن أن يكون الفحص الذي من شأنه أن يحدد الوقت المناسب للتصوير المقطعي وربما يصبح فحصا مرجعي في المستقبل.



# *Références*

- [1] **Loi 16/98 relative au don, au prélèvement et à la transplantation d'organes et de tissus humains. B.O n° 4792 du 5 Joumada II 1420 (16/09/1999)**
- [2] **Louisa M. Monteiro, Casper W. Bollen, Alexander C. Van Huffelen, Rob G.A. Ackerstaff, Nicolaas J. G. Jansen, Adrianus J. van Vught.** Transcranial Doppler ultrasonography to confirm brain death: a meta-analysis. *Intensive Care Med* (2006) 32:1937–1944 DOI 10.1007/s00134-006-0353-9
- [3] **Aldrich JE.** Basic physics of ultrasound imaging. *Crit Care Med.* 2007; 35 (5 Suppl): S131-7.
- [4] **Tegeler, CH.; Ratanakorn, D.** Physics and principles. In: Babikian, VL; Wechsler, LR, editors. *Transcranial Doppler Ultrasonography*. 2. Waltham, MA: Butterworth-Heinemann; 1999. p. 3-11.
- [5] **Toni D, Fiorelli M, Zanette EM, et al.** Early spontaneous improvement and deterioration of ischemic stroke patients. A serial study with transcranial Doppler ultrasonography. *Stroke.* 1998; 29 (6):1144–1148. [PubMed: 9626286]
- [6] **Rasulo FA, De Peri E, Lavinio A.** Transcranial Doppler ultrasonography in intensive care. *Eur J Anaesthesiol Suppl.* 2008; 42 (42):167–173. [PubMed: 18289437]
- [7] **B. Viguéa, K. Tazarourtea, b, T. Geeraerts a,c , C. Ract a,c , J. Duranteau.** Le doppler transcrânien en réanimation Transcranial doppler in the intensive care unit Département d'anesthésie-réanimation chirurgicale, hôpital de Bicêtre, AP—HP, 94275 Le Kremlin-Bicêtre, France b SAMU 77—SMUR, hôpital Marc-Jacquet, centre hospitalier Marc-Jacquet, 77000 Melun, France c Laboratoire UPRES 3540, faculté de médecine Paris-Sud, 94275 Le Kremlin-Bicêtre, France

- [8] **P.J. Zetlaoui.** L'échographie à 360 ° en anesthésie 51e congrès national d'anesthésie et de réanimation. Médecins. Conférences d'actualisation 2009. Elsevier Masson SAS.
- [9] **E. Vicenzini, S. Pro, F. Randi, P. Pulitano, G. Spadetta, M. Rocco, V. Di Piero, G. L. Lenzi, O. Mecarelli,** Transcranial Doppler for brain death after decompressive craniectomy: persistence of cerebral blood flow with flat EEG. *Intensive Care Med* (2010) 36:2163–2164 DOI 10.1007/s00134-010-2008-0
- [10] **G. Boulard, P. Guiot , T. Pottecher, A. Tenailon.** Prise en charge des sujets en état de mort encéphalique dans l'optique d'un prélèvement d'organes. Société française d'anesthésie et de réanimation (Sfar), Société de réanimation de langue française (SRLF), Agence de la biomédecine. (2015)
- [11] **G.R. de Freitas, Andre C.** Sensitivity of transcranial Doppler for confirming brain death: a prospective study of 270 cases *Acta Neurol Scand* 2006; 113: 426–432
- [12] The Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. Practice parameters for determining brain death in adults. *Neurology* 1995;45:1012-4.
- [13] **J-R Kuo, C-F Chen, C-C Chio, C-H Chang, C-C Wang, C-M Yang, K-C Lin** Time dependent validity in the diagnosis of brain death using transcranial Doppler sonography *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006;77:646–649.

- [14] **Josep M. Abadal, Juan A. Llompert-Pou, Javier Homar, Julio Velasco, Jordi Ibáñez, Jon Pérez-Bárcena**, Ultrasonographic Cerebral Perfusion in Assessment of Brain Death *J Ultrasound Med* 2008; 27:791–794
- [15] **Kamil Karaali, Can C, evikol, Utku S, enol, Gu'lbın Arıcı**, Adnan Kabaaliog'lu, Atilla Ramazanog'lu, and Og'uz Bircan Orbital Doppler Sonography Findings in Cases of Brain Death *AJNR Am J Neuroradiol* 21:945–947, May 2000
- [16] **Pedro Cardonaa, Helena Quesadaa, Luis Canoa, Jaume Campelacreua, Anna Escrig b, Paloma Morac, Francisco Rubioa** : Oscillating transcranial Doppler patterns of brain death associated with therapeutic maneuvers. *Perspectives in Medicine* (2012) 1, 321—324
- [17] **Vatne K, Nakstad P, Lundar T** (1985) Digital subtraction angiography (DSA) in the evaluation of brain death. A comparison of conventional cerebral angiography with intravenous and intraarterial DSA. *Neuroradiology* 27:155–157
- [18] **Marrache F, Megarbane B, Pirnay S, Rhaoui A, Thuong M** (2004) Difficulties in assessing brain death in a case of benzodiazepine poisoning with persistent cerebral blood flow. *HumExp Toxicol* 23:503–505
- [19] **Ducrocq X, Braun M, Debouverie M, Junges C, Hummer M, Vespignani H** (1998) Brain death and transcranial Doppler: experience in 130 cases of brain dead patients. *J Neurol Sci* 160:41–46

- [20] **Heiskanen O** (1964) Cerebral circulatory arrest caused by acute increase of intracranial pressure. A clinical and roentgenological study of 25 cases. *Acta Neurol Scand* 40(Suppl 7):1–57
- [21] **Spittler JF, Langenstein H** (1991) Diagnosis of brain death: limitations of angiography after osteoclastic trepanation. *Dtsch Med Wochenschr* 116:1828–1831
- [22] **Alvarez LA, Lipton RB, Hirschfeld A, Salamon O, Lantos G** (1988) Brain death determination by angiography in the setting of a skull defect. *Arch Neurol* 45 :225-227
- [23] **Petty GW, Mohr JP, Pedley TA, Tatemichi TK, Lennihan L, Duterte DI, Sacco RL** (1990) The role of transcranial Doppler in confirming brain death: sensitivity, specificity, and suggestions for performance and interpretation. *Neurology* 40:300–303
- [24] **Marinella Marinoni • Fabiana Alari • Veronica Mastronardi • Adriano Peris • Paola Innocenti** : The relevance of early TCD monitoring in the intensive care units for the confirming of brain death diagnosis *Neurol Sci* (2011) 32:73–77 DOI 10.1007/s10072-010-0407-1
- [25] **Newell DW, Grady MS, Sirotta P, Winn HR** (1989) Evaluation of brain death using transcranial Doppler. *Neurosurgery* 24:509–513
- [26] **Ducrocq X, Hassler W, Moritake K, et al.** Consensus opinion on diagnosis of cerebral circulatory arrest using doppler-sonography: Task force group on cerebral death of the neurosonology research group of the world federation of neurology. *J Neurol Sci* 1998;159:145-150.

- [27] **Monteiro LM, Bollen CW, Van Huffelen AC, Ackerstaff RG, Jansen NJG, Van Vught AJ** (2005) Can transcranial Doppler ultrasonography confirm the diagnosis of brain death? *Intensive Care Med* 31:S1–S174
- [28] **Kirkham FJ, Levin SD, Padayachee TS, Kyme MC, Neville BG, Gosling RG**(1987) Transcranial pulsed Doppler ultrasound findings in brain stem death. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 50:1504–1513
- [29] **15. Paolin A, Manuali A, Paola F di, Boccaletto F, Caputo P, Zanata R, Bardin GP, Simini G** (1995) Reliability in diagnosis of brain death. *Intensive Care Med* 21:657–662
- [30] **Qian SY, Fan XM, Yin HH** (1998) Transcranial Doppler assessment of brain death in children. *Singapore Med J* 39:247–250
- [31] **Shiogai T, Sato E, Tokitsu M, Hara M, Takeuchi K** (1990) Transcranial Doppler monitoring in severe brain damage: relationships between intracranial haemodynamics, brain dysfunction and outcome. *Neurol Res* 12:205–213
- [32] **Powers AD, Graeber MC, Smith RR** (1989) Transcranial Doppler ultrasonography in the determination of brain death. *Neurosurgery* 24:884–889
- [33] **Steinmetz H, Hassler W** (1988) Reversible intracranial circulatory arrest in acute subarachnoid haemorrhage. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 51:1355–1356
- [34] **Grote E, Hassler W** (1988) The critical first minutes after subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery* 22:654–661

- [35] **Eng CC, Lam AM, Byrd S, Newell DW (1993)** The diagnosis and management of a perianesthetic cerebral aneurysmal rupture aided with transcranial Doppler ultrasonography. *Anesthesiology* 78:191–194
- [36] **M. Hadani ,B. Bruk ,Z. Ram, N. Knoller ,R. Spiegelmann.** Application of transcranial Doppler ultrasonography for the diagnosis of brain death *Intensive Care Med* (1999) 25: 822±828 Springer-Verlag 1999
- [37] **Feri M, Ralli L, Felici M, Vanni D, Capria V (1994)** Transcranial Doppler and brain death diagnosis. *Crit Care Med* 22:1120–1126
- [38] **Bradley S. Jacobs, Carhuapoma J. R.** Clarifying TCD criteria for brain death – are some arteries more equal than others? *Comprehensive Stroke Program and Neurological Critical Care Program Department of Neurology Wayne State University School of Medicine Detroit, MI, USA. Journal of the Neurological Sciences* 210 (2003)

## *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 l'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'interposera 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.*

# قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

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

- ◀ بأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية.
- ◀ وأن أحترم أساتذتي وأعترف لهم بالجميل الذي يستحقونه.
- ◀ وأن أمارس مهنتي بوانع من ضميري وشر في جاعلا صحة مريض هدي في الأول.
- ◀ وأن لا أفشي الأسرار المعهودة 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 الطبية بطرق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد.
- ◀ بكل هذا أتعهد عن كامل اختيار ومقسما بشري في.

والله على ما أقول شهيد .

جامعة محمد الخامس - الرباط  
كلية الطب والصيدلة بالرباط

أطروحة رقم: 142

سنة: 2017

## العلاقة بين دوبلر عبر الجمجمة والتصوير عبر الأشعة المقطعية للأوعية الدموية في تشخيص الموت الدماغي

### أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم: .....

من طرفه

**الآنسة: نفين الشرقاوي المالقي**

المزادة في 16 يونيو 1990

طبيبة داخلية بالمركز الاستشفائي الجامعي ابن سينا بالرباط

**لنيل شهادة الدكتوراه في الطب**

**الكلمات الأساسية:** دوبلر عبر الجمجمة - الأشعة المقطعية للأوعية الدموية - موت الدماغ.

**تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة**

رئيس

السيد: مامون فارودي

أستاذ في الإنعاش والتخدير

مشرف

السيد: محمد علي الشريف الكتاني

أستاذ في الإنعاش والتخدير

أعضاء

السيدة: اعتماد ناصر

أستاذة في طب الأشعة

السيد: أمين بنقبو

أستاذ في جراحة الأحشاء