



كلية الطب  
والصيدلة - مراكش  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2022

Thèse N° 011

# Séroprévalence de la COVID-19 au CHU Mohammed VI de Marrakech

## THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 12/05/2022

PAR

**Mr. Fayçal IDAM**

**Ancien médecin interne au CHU Mohammed VI-Marrakech**

Né le 09/07/1996

**POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE**

## MOTS-CLÉS

COVID-19 - Séroprévalence - Travailleurs de santé-  
CHU Mohammed VI - Marrakech

## JURY

|             |   |                   |
|-------------|---|-------------------|
| <b>Mme.</b> | <b>N. TASSI</b><br>Professeur de Maladies Infectieuses      | <b>PRESIDENTE</b> |
| <b>Mme.</b> | <b>N. SORAA</b><br>Professeur de Microbiologie- virologie   | <b>RAPPORTEUR</b> |
| <b>M.</b>   | <b>A. R. EL ADIB</b><br>Professeur d'Anesthésie-réanimation | } <b>JUGES</b>    |
| <b>Mme.</b> | <b>L. AMRO</b><br>Professeur de Pneumo-phtisiologie         |                   |

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي  
أنعمت عليّ وعلى والديّ وأن أعمل  
صالحاً ترضاه وأصلح لي في ذريّتي إني  
تبت إليك وإني من المسلمين"



# 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 strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.*

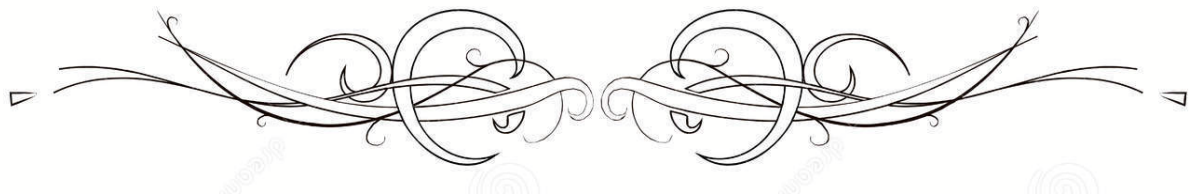
*Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*

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

**Déclaration Genève, 1948**



***LISTES DES PROFESSEURS***



**UNIVERSITE CADI AYYAD**  
**FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE**  
**MARRAKECH**

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI  
: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

**ADMINISTRARATION**

Doyen

: Pr Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux affaires pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Vice doyen chargé de la Pharmacie

: Pr. Said ZOUHAIR

Secrétaire Général

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**Professeurs de l'enseignement supérieur**

| Nom et Prénom          | Spécialité                                | Nom et Prénom            | Spécialité                           |
|------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|
| ABKARI Imad            | Traumato-orthopédie                       | ELOMRANI Abdelhamid      | Radiothérapie                        |
| ABOUCHADI Abdeljalil   | Stomatologie et chirurgie maxillo faciale | ESSAADOUNI Lamiaa        | Médecine interne                     |
| ABOU EL HASSAN Taoufik | Anésthésie-réanimation                    | FADILI Wafaa             | Néphrologie                          |
| ABOULFALAH Abderrahim  | Gynécologie-obstétrique                   | FAKHIR Bouchra           | Gynécologie- obstétrique             |
| ABOUSSAIR Nistrine     | Génétique                                 | FAKHRI Anass             | Histologie-embryologie cytogénétique |
| ADALI Imane            | Psychiatrie                               | FOURAJI Karima           | Chirurgie pédiatrique                |
| ADMOU Brahim           | Immunologie                               | GHANNANE Houssine        | Neurochirurgie                       |
| AGHOUTANE El Mouhtadi  | Chirurgie pédiatrique                     | GHOUNDALE Omar           | Urologie                             |
| AISSAOUI Younes        | Anésthésie-réanimation                    | HACHIMI Abdelhamid       | Réanimation médicale                 |
| AIT AMEUR Mustapha     | Hématologie                               | HAJJI Ibtissam           | Ophtalmologie                        |
| AIT BENALI Said        | Neurochirurgie                            | HAROU Karam              | Gynécologie- obstétrique             |
| AIT BENKADDOUR Yassir  | Gynécologie-obstétrique                   | HOCAR Ouafa              | Dermatologie                         |
| AIT SAB Imane          | Pédiatrie                                 | JALAL Hicham             | Radiologie                           |
| ALJ Soumaya            | Radiologie                                | KAMILI El Ouafi El Aouni | Chirurgie pédiatrique                |
| AMAL Said              | Dermatologie                              | KHALLOUKI Mohammed       | Anésthésie- réanimation              |
| AMINE Mohamed          | Epidemiologie clinique                    | KHATOURI Ali             | Cardiologie                          |
| AMMAR Haddou           | Oto-rhino-laryngologie                    | KHOUCHANI Mouna          | Radiothérapie                        |
| AMRO Lamyae            | Pneumo-phtisiologie                       | KISSANI Najib            | Neurologie                           |
| ANIBA Khalid           | Neurochirurgie                            | KRATI Khadija            | Gastro-entérologie                   |
| ARSALANE Lamiae        | Microbiologie-virologie                   | KRIET Mohamed            | Ophtalmologie                        |
| ASMOUKI Hamid          | Gynécologie-obstétrique                   | LAGHMARI Mehdi           | Neurochirurgie                       |
| ATMANE El Mehdi        | Radiologie                                | LAKMICH Mohamed Amine    | Urologie                             |

|                                 |   |                               |   |
|---------------------------------|---|-------------------------------|---|
| BAIZRI Hicham                   | Endocrinologie et maladies métaboliques | LAKOUICHMI Mohammed           | Stomatologie et chirurgie maxillo faciale |
| BASRAOUI Dounia                 | Radiologie                              | LAOUAD Inass                  | Néphrologie                               |
| BASSIR Ahlam                    | Gynécologie-obstétrique                 | LOUHAB Nissrine               | Neurologie                                |
| BELBARAKA Rhizlane              | Oncologie médicale                      | LOUZI Abdelouahed             | Chirurgie générale                        |
| BELKHOUS Ahlam                  | Rhumatologie                            | MADHAR Si Mohamed             | Traumato-orthopédie                       |
| BENALI Abdeslam                 | Psychiatrie                             | MANOUDI Fatiha                | Psychiatrie                               |
| BENCHAMKHA Yassine              | Chirurgie réparatrice et plastique      | MANSOURI Nadia                | Stomatologie et chirurgie maxillo faciale |
| BEN DRISS Laila                 | Cardiologie                             | MAOULAININE Fadl mrabih rabou | Pédiatrie                                 |
| BENELKHAÏAT BENOMAR Ridouan     | Chirurgie générale                      | MATRANE Aboubakr              | Médecine nucléaire                        |
| BENHIMA Mohamed Amine           | Traumato-orthopédie                     | MOUAFFAK Youssef              | Anesthésie- réanimation                   |
| BENJELLOUN HARZIMI Amine        | Pneumo-phtisiologie                     | MOUDOUNI Said Mohammed        | Urologie                                  |
| BENJILALI Laila                 | Médecine interne                        | MOUFID Kamal                  | Urologie                                  |
| BENZAROUEL Dounia               | Cardiologie                             | MOUTAJ Redouane               | Parasitologie                             |
| BOUCHENTOUF Rachid              | Pneumo-phtisiologie                     | MOUTAOUAKIL Abdeljalil        | Ophtalmologie                             |
| BOUKHANNI Lahcen                | Gynécologie-obstétrique                 | MSOUGAR Yassine               | Chirurgie thoracique                      |
| BOUKHIRA Abderrahman            | Biochimie-chimie                        | NAJEB Youssef                 | Traumato-orthopédie                       |
| BOUMZEBRA Drissi                | Chirurgie Cardio-vasculaire             | NARJIS Youssef                | Chirurgie générale                        |
| BOURRAHOUE Aïcha                | Pédiatrie                               | NEJMI Hicham                  | Anesthésie- réanimation                   |
| BOURROUS Monir                  | Pédiatrie                               | NIAMANE Radouane              | Rhumatologie                              |
| BOUSKRAOUI Mohammed             | Pédiatrie                               | OUALI IDRISSE Mariem          | Radiologie                                |
| BSISS Mohammed Aziz             | Biophysique                             | OUBAHA Sofia                  | Physiologie                               |
| CHAFIK Rachid                   | Traumato-orthopédie                     | OULAD SAIAD Mohamed           | Chirurgie pédiatrique                     |
| CHAKOUR Mohammed                | Hématologie                             | QACIF Hassan                  | Médecine interne                          |
| CHELLAK Laila                   | Biochimie-chimie                        | QAMOUISS Youssef              | Anesthésie- réanimation                   |
| CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat | Radiologie                              | RABBANI Khalid                | Chirurgie générale                        |
| CHOULLI Mohamed Khaled          | Neuro pharmacologie                     | RADA Nouredine                | Pédiatrie                                 |
| DAHAMI Zakaria                  | Urologie                                | RAIS Hanane                   | Anatomie pathologique                     |
| DAROUASSI Youssef               | Oto-rhino-laryngologie                  | RAJI Abdelaziz                | Oto-rhino- laryngologie                   |
| DRAISS Ghizlane                 | Pédiatrie                               | ROCHDI Youssef                | Oto-rhino- laryngologie                   |

|                          |   |                             |                          |
|--------------------------|---|-----------------------------|--------------------------|
| EL ADIB Ahmed Rhassane   | Anesthésie-réanimation                    | SAMKAOUI Mohamed Abdenasser | Anesthésie- réanimation  |
| ELAMRANI Moulay Driss    | Anatomie                                  | SAMLANI Zouhour             | Gastro-entérologie       |
| EL ANSARI Nawal          | Endocrinologie et maladies métaboliques   | SARF Ismail                 | Urologie                 |
| EL BARNI Rachid          | Chirurgie générale                        | SORAA Nabila                | Microbiologie- virologie |
| EL BOUCHTI Imane         | Rhumatologie                              | SOUMMANI Abderraouf         | Gynécologie- obstétrique |
| EL BOUIHI Mohamed        | Stomatologie et chirurgie maxillo faciale | TASSI Noura                 | Maladies infectieuses    |
| EL FEZZAZI Redouane      | Chirurgie pédiatrique                     | TAZI Mohamed Illias         | Hématologie clinique     |
| ELFIKRI Abdelghani       | Radiologie                                | YOUNOUS Said                | Anesthésie- réanimation  |
| EL HAOURY Hanane         | Traumato-orthopédie                       | ZAHLANE Kawtar              | Microbiologie- virologie |
| EL HATTAOUI Mustapha     | Cardiologie                               | ZAHLANE Mouna               | Médecine interne         |
| EL HOUDZI Jamila         | Pédiatrie                                 | ZAOUI Sanaa                 | Pharmacologie            |
| EL IDRISSE SLITINE Nadia | Pédiatrie                                 | ZEMRAOUI Nadir              | Néphrologie              |
| EL KARIMI Saloua         | Cardiologie                               | ZIADI Amra                  | Anesthésie- réanimation  |
| EL KHADER Ahmed          | Chirurgie générale                        | ZOUHAIR Said                | Microbiologie            |
| EL KHAYARI Mina          | Réanimation médicale                      | ZYANI Mohammad              | Médecine interne         |
| EL MGHARI TABIB Ghizlane | Endocrinologie et maladies métaboliques   |                             |                          |

#### Professeurs Agrégés

| Nom et Prénom       | Spécialité  | Nom et Prénom          | Spécialité                           |
|---------------------|---|------------------------|--------------------------------------|
| ABDOU Abdessamad    | Chirurgie Cardio-vasculaire   | HAZMIRI Fatima Ezzahra | Histologie-embryologie-cytogénétique |
| ABIR Badreddine     | Stomatologie et chirurgie maxillo faciale                               | JANAH Hicham           | Pneumo-phtisiologie                  |
| ADARMOUCH Latifa    | Médecine communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène) | KADDOURI Said          | Médecine interne                     |
| AIT BATAHAR Salma   | Pneumo-phtisiologie   | LAFFINTI Mahmoud Amine | Psychiatrie                          |
| ALAOUI Hassan       | Anesthésie-réanimation  | LAHKIM Mohammed        | Chirurgie générale                   |
| ALJALIL Abdelfattah | Oto-rhino-laryngologie  | MARGAD Omar            | Traumato-orthopédie                  |
| ARABI Hafid         | Médecine physique et réadaptation fonctionnelle                         | MESSAOUDI Redouane     | Ophtalmologie                        |
| ARSALANE Adil       | Chirurgie thoracique  | MLIHA TOUATI Mohammed  | Oto-rhino-laryngologie               |
| ASSERRAJI Mohammed  | Néphrologie   | MOUHSINE Abdelilah     | Radiologie                           |

|                           |                                 |                              |                                       |
|---------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| BELBACHIR Anass           | Anatomie pathologique           | NADER Youssef                | Traumato-orthopédie                   |
| BELHADJ Ayoub             | Anesthésie-réanimation          | NASSIM SABAH<br>Taoufik      | Chirurgie réparatrice et<br>plastique |
| BOUZERDA Abdelmajid       | Cardiologie                     | RHARRASSI Issam              | Anatomie pathologique                 |
| CHRAA Mohamed             | Physiologie                     | SALAMA Tarik                 | Chirurgie pédiatrique                 |
| EL HAOUATI Rachid         | Chirurgie Cardio-<br>vasculaire | SEDDIKI Rachid               | Anesthésie-réanimation                |
| EL KAMOUNI Youssef        | Microbiologie-virologie         | SERGHINI Issam               | Anesthésie-réanimation                |
| EL MEZOUARI<br>El Mostafa | Parasitologie-mycologie         | TOURABI Khalid               | Chirurgie réparatrice et<br>plastique |
| ESSADI Ismail             | Oncologie médicale              | ZARROUKI Youssef             | Anesthésie-réanimation                |
| GHAZI Mirieme             | Rhumatologie                    | ZIDANE Moulay<br>Abdelfettah | Chirurgie thoracique                  |
| HAMMOUNE Nabil            | Radiologie                      |                              |                                       |

### Professeurs Assistants

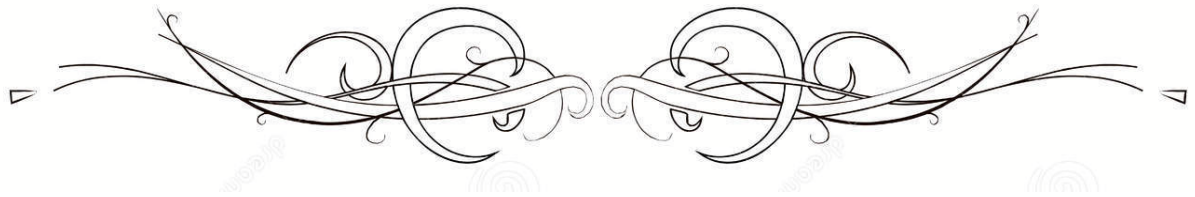
| Nom et Prénom          | Spécialité  | Nom et Prénom                | Spécialité                                       |
|------------------------|---|------------------------------|--|
| AABBASSI Bouchra       | Psychiatrie                                       | EL JADI Hamza                | Endocrinologie et maladies<br>métaboliques       |
| ABALLA Najoua          | Chirurgie pédiatrique                             | EL-QADIRY Rabiyy             | Pédiatrie  |
| ABDELFETTAH<br>Youness | Rééducation et<br>réhabilitation<br>fonctionnelle | FASSI Fihri<br>Mohamed jawad | Chirurgie générale                               |
| ABOUDOURIB Maryem      | Dermatologie                                      | FDIL Naima                   | Chimie de coordination bio-<br>organique         |
| ABOULMAKARIM Siham     | Biochimie   | FENANE Hicham                | Chirurgie thoracique                             |
| ACHKOUN Abdessalam     | Anatomie  | GEBRATI Lhoucine             | Chimie physique                                  |
| AHBALA Tariq           | Chirurgie générale                                | HAJHOUI Farouk               | Neurochirurgie                                   |
| AIT ERRAMI Adil        | Gastro-entérologie                                | HAJJI Fouad                  | Urologie   |
| AKKA Rachid            | Gastro-entérologie                                | HAMRI Asma                   | Chirurgie Générale                               |
| AMINE Abdellah         | Cardiologie                                       | HAZIME Raja                  | Immunologie                                      |
| ARROB Adil             | Chirurgie réparatrice<br>et plastique             | IDALENE Malika               | Maladies infectieuses                            |
| AZAMI Mohamed<br>Amine | Anatomie<br>pathologique                          | KHALLIKANE Said              | Anesthésie-réanimation                           |
| AZIZ Zakaria           | Stomatologie et chirurgie<br>maxillo faciale      | LACHHAB Zineb                | Pharmacognosie                                   |
| AZIZI Mounia           | Néphrologie                                       | LAHLIMI Fatima Ezzahra       | Hématologie clinique                             |
| BAALLAL Hassan         | Neurochirurgie                                    | LAHMINE Widad                | Pédiatrie  |
| BABA Hicham            | Chirurgie générale                                | LAMRANI HANCI<br>Asmae       | Microbiologie- virologie                         |
| BELARBI Marouane       | Néphrologie                                       | LOQMAN Souad                 | Microbiologie et toxicologie<br>environnementale |

|                       |                                      |                         |   |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|
| BELFQUIH Hatim        | Neurochirurgie                       | JALLAL Hamid            | Cardiologie   |
| BELGHMAIDI Sarah      | Ophtalmologie                        | MAOUJOURD Omar          | Néphrologie   |
| BELLASRI Salah        | Radiologie                           | MEFTAH Azzelarab        | Endocrinologie et maladies métaboliques                                 |
| BENAMEUR Yassir       | Médecine nucléaire                   | MILOUDI Mouhcine        | Microbiologie-virologie   |
| BENANTAR Lamia        | Neurochirurgie                       | MOUGUI Ahmed            | Rhumatologie  |
| BENCHAFAI Ilias       | Oto- rhino- laryngologie             | MOULINE Souhail         | Microbiologie-virologie   |
| BENNAOUI Fatiha       | Pédiatrie                            | NASSIH Houda            | Pédiatrie   |
| BENYASS Youssef       | Traumatologie- orthopédie            | OUERIAGLI NABIH Fadoua  | Psychiatrie   |
| BENZALIM Meriam       | Radiologie                           | OUMERZOUK Jawad         | Neurologie  |
| BOUHAMIDI Ahmed       | Dermatologie                         | RAGGABI Amine           | Neurologie  |
| BOUTAKIOUTE Badr      | Radiologie                           | RAISSI Abderrahim       | Hématologie clinique  |
| CHAHBI Zakaria        | Maladies infectieuses                | REBAHI Houssam          | Anesthésie-réanimation  |
| CHEGGOUR Mouna        | Biochimie                            | RHEZALI Manal           | Anesthésie-réanimation  |
| CHETOUI Abdelkhalek   | Cardiologie                          | ROUKHSI Redouane        | Radiologie  |
| CHETTATI Mariam       | Néphrologie                          | SAHRAOUI Houssam Eddine | Anesthésie-réanimation  |
| DAMI Abdallah         | Médecine légale                      | SALLAHI Hicham          | Traumatologie- orthopédie   |
| DARFAOUI Mouna        | Radiothérapie                        | SAYAGH Sanae            | Hématologie   |
| DOUIREK Fouzia        | Anesthésie réanimation               | SBAAI Mohammed          | Parasitologie-mycologie   |
| DOULHOUSNE Hassan     | Radiologie                           | SBAI Asma               | Informatique  |
| EL-AKHIRI Mohammed    | Oto- rhino- laryngologie             | SEBBANI Majda           | Médecine Communautaire (Médecine préventive, santé publique et hygiène) |
| EL AMIRI Moulay Ahmed | Chimie de coordination bio-organique | SIRBOU Rachid           | Médecine d'urgence et de catastrophe                                    |
| ELATIQUI Oumkeltoum   | Chirurgie réparatrice et plastique   | SLIOUI Badr             | Radiologie  |
| ELBAZ Meriem          | Pédiatrie                            | WARDA Karima            | Microbiologie   |
| EL FADLI Mohammed     | Oncologie médicale                   | YAHYAOUI Hicham         | Hématologie   |
| EL FAKIRI Karima      | Pédiatrie                            | YANISSE Siham           | Pharmacie galénique   |
| EL GAMRANI Younes     | Gastro-entérologie                   | ZBITOU Mohamed Anas     | Cardiologie   |
| EL HAKKOUNI Awatif    | Parasitologie-mycologie              | ZIRAOUI Oualid          | Chimie thérapeutique  |
| ELJAMILI Mohammed     | Cardiologie                          | ZOUIA Btissam           | Radiologie  |
| EL KHAASSOUI Amine    | Chirurgie pédiatrique                | ZOUIZRA Zahira          | Chirurgie Cardio- vasculaire  |
| ELOUARDI Youssef      | Anesthésie-réanimation               |                         |   |

Liste Arrêtée Le 03/03/2022



***DÉDICACES***



*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...  
Tous les mots ne sauraient exprimer ma gratitude,  
Mon amour, mon respect, et ma reconnaissance...  
Aussi, c'est tout simplement que...*



*Je dédie cette thèse à...*

الله

*Au bon dieu*

*Tout puissant Qui m'a inspiré Qui m'a guidé dans le bon chemin Je vous dois ce que je suis devenue Louanges et remerciements Pour votre clémence et miséricorde.*

*A Feu ma grand-mère Fatna,*

*جدتي التي غابت عنا ولم تغيب عن ذكرانا اللهم نور مرقدتها ووسع قبرها.*

*J'aurais tant aimé que vous soyez là parmi nous mais le destin en a voulu autrement.*

*Merci de m'avoir protégé et éduqué, de m'avoir appris le respect des autres et d'avoir parsemé mon enfance par la bonté et la bienveillance de votre grand cœur. Paix à votre âme !*

*A mon cher père,*

*Vous remercier en quelques lignes ne comblerait en rien ma gratitude envers vous ! Votre abnégation sans faille a été le fer de lance pour moi et mon grand frère depuis nos premiers pas dans la vie. Vous avez été le père, la mère et le meilleur ami que je ne pourrais jamais espérer avoir. Votre grandeur d'esprit et votre compréhension ont fait de vous un grand monsieur, humble et protecteur. C'est ainsi que vos qualités m'ont permis de franchir les obstacles et les aléas de la vie pour aujourd'hui répondre à vos attentes et vous rendre fier de votre fils.*

*En cet honorable jour, mon bonheur est puisé de votre satisfaction, laquelle sera ma motivation et mon appui durant mon cursus professionnel et me permettra d'être au chevet de mes patients et de conduire au mieux ma mission, comme le cas a été pour vous. Merci*

*PAPA !*

*A ma mère,*

*Je tiens à vous remercier pour votre soutien, votre suivi et appui moral. J'espère vous avoir satisfait et je prie Dieu de me permettre de vous apporter un bonheur continu.*

*A ma sœur Ghíta,*

*Comment te remercier ? Tu m'as aidé, accompagné et assisté sans faille ni faiblesse ! On a toujours senti ta présence, bien que tu ne sois pas là !  
Merci d'être la deuxième mère de notre fratrie et merci pour ta présence dans notre vie !*

*A ma sœur Nawal,*

*Merci pour ton sens de l'écoute, merci pour ton soutien et ton amour.  
Merci pour ta douceur, ta disponibilité et pour ta gentillesse.*

*A mon frère Ali,*

*Aucune expression ne me paraît suffisante pour te décrire. Tu étais toujours pour moi le grand frère et mon deuxième père, un bouclier qui ne cesse de me protéger, tu étais présent avec moi dans les moments les plus pénibles, tu ne m'as jamais laissé tomber. Tu étais la personne qui m'as toujours épaulé qui a toujours cru en moi, toutes mes réussites n'allaient jamais voir le jour sans ta présence.*

*Nos fou-rires, nos disputes, nos discussions bizarres font de toi  
l'exceptionnel Ali.*

*Dieu seul sait à quel point je t'admire et ce que je pense de toi. Sache que  
tu figures dans tous mes projets.*

*J'ai énormément de choses à te dire, pour les résumer, je te dis :  
Je t'aime mon grand Ali !*

*A mon grand frère Adil,*

*Merci d'accompagner mes progrès, de m'encourager dans les moments difficiles et de réconforter mes craintes. Vous avez été un exemple pour moi, par le fait de votre courage et votre attitude auprès des autres.*

*Merci cher grand frère !*

*A ma professeure et marraine, Madame Khadija BENSALHI,*

*Merci d'accompagner ma marche depuis le premier cours où vous m'avez enseigné. J'ai toujours senti un regret de ne vous avoir rencontré qu'en dernière année du lycée mais j'espère récompenser ce temps perdu à l'avenir. Encore une fois merci Chère Professeure !*

*A la mémoire de ma tante Nadia GUERRAOUI,*

*أتوسل إليك أن ترزقها شفاعة نبيك محمد يوم القيامة يا رب العالمين*

*A ma tante Fatna IDAM,*

*Merci pour toutes les fois où t'as pris soin de nous, je te souhaite santé et bonheur.*

*A mes cousines maternelles, Oumnia, Selma et Mariame BENHAMZA,  
Des cousines avec un grand cœur, je vous souhaite pleins de succès dans vos vies personnelles et professionnelles.*

*A mes cousins paternels, Hicham et Nadia ZLIGA,*

*Je vous souhaite une longue vie pleine de joie et bonheur !*

*A mes adorables nièces, Hiba, Zainab (Rs Bs), Khadija et Leila*

*IBNOUSSINA et Malak et Ghaliya Akkour,*

*Chacune d'entre vous a sa propre place chez moi, j'espère vous voir réussir dans vos carrières et répondre aux attentes de vos parents. Je vous aime !*

*A ma chère Sofia,*

*J'étais toujours pour toi une personne qui te complique la vie, qui ne cesse de te faire des remarques, une personne trop exigeante...*

*Pour moi, tu es une fille très têtue, qui trouve toujours des problèmes aux solutions...*

*Malgré tout cela, notre relation grandit de jour en jour et nos liens ne cessent de se nouer.*

*En témoignage de ces liens qui nous unissent et en expression de mon affection et gratitude, je te dédie ce travail. Puisse Dieu te préserver, te procurer le bonheur et la réussite, et t'aider à réaliser tes rêves.*

*A mes deux chers amis, Amine LAALOU et Anas JOUAHRI, votre dédicace m'a coûté une longue réflexion pour statuer sur qui dois-je citer en premier, mais finalement j'ai procédé par ordre alphabétique de vos Noms.*

*Anas, ton humeur joyeuse et ton amabilité font de toi une personne formidable, laquelle personne a fait des longues années de nos études une joie et une satisfaction inouïes.*

*Amine, sachant que ton français a toujours constitué une difficulté pour moi et Anas, j'ai le plaisir aujourd'hui de t'écrire en arabe :*

*شكرا جزيلاً يا صديقي لكل ما قدمته لي من اخلاص و صدق و اتمنى لك النجاح في مسيرتك المهنية.*

*A mon cher ami Mehdi ELMANSOURI,*

*Je te remercie pour tous les moments qu'on a passé ensemble depuis notre première année, je te souhaite pleins de succès dans ta vie personnelle et professionnelle.*

*A ma meilleure amie Abir LAMCHAOURI,*

*Notre amitié qui dépasse une décade est le plus grand témoin de ta bonté qui a fait de toi ma troisième sœur. Je te souhaite bonheur, santé et succès.*

*A mon ami Hamza RHAZZOUL,*

*Ton grand cœur, ton humeur joyeuse font de toi une personne formidable, même si les distances nous ont séparés, tu restes toujours mon grand ami !*

*A mon ami Othmane BENABID,*

*Pour tous les bons moments qu'on a partagé ensemble, tes qualités innombrables te font de toi une personne exceptionnelle. je te souhaite très bon courage mon cher ami !*

*A mes amis et confrère de la 19ème promotion : HAMDANE, AKRIM, MALHABI, BARAKATE, YOUNI, ALMAGGOUSI, MIMOUNI, OUAZZANI, BOULAMAAT, ARABI, ALAOUI, ABOUDAR, MANSAR, BOUMEHDI, MAJHOUL, TOULITE, KIAL, NEHAME, AFRYAD, OUMAIOUF, OUSALM, OUAZIZ, MAJIDI, LEMKHOUEM, Yasmína YASSINE, CHARAFI, SABER, EL OUARDI, EL FATHI, MOUMEN, ELKADDOURI, NAJIDI, KATIF, CHERKI, MARKOUK, MERNISSI, CHAKIR, KABBAJ, EL MACHI, EL ATTAR, JAMIL, HASANI, AMARAI, HADOU, SBIHI, BOUMADIANE, HAKIM, AIT EL KIHAL, CHADBELLAH, ROCHD, HAZMIRI, ZTATI, OUMLOUL, AMOU, MOUSTAHFID, BEL-FIRM, FAHIR,*

*Les moments qu'on a passés ensemble sont gravés à l'encre indélébile dans mes pensées. Je vous dédie ce travail en guise de reconnaissance et d'affection qu'aucune épreuve ne saura effacer, pas même celle du temps.*

*A mes chers amis et collègues de La Faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech : HOUMAIR, IFLAH, HDACH, KACHKOUGH, AYOUB MOUHSSINE, BOUTABA , AIT BOUTARGANTE , JARNI, IDELMOUDEN, JAMIL, JAOUHAR, HOUGGA, HOUDALI, GHAILAINE, NMARI, MOULIHI,*

*Ce fut un long parcours avec des hauts et des bas, mais qui m'a permis de faire la connaissance de personnes formidables et de nouer des liens de fraternité. Ce parcours n'aurait jamais été le même sans vous. Tous ces moments de rire de joie et de bonheur qui seront marqué à jamais. Je vous remercie chers amis et vous souhaite tout le bonheur et le succès.*

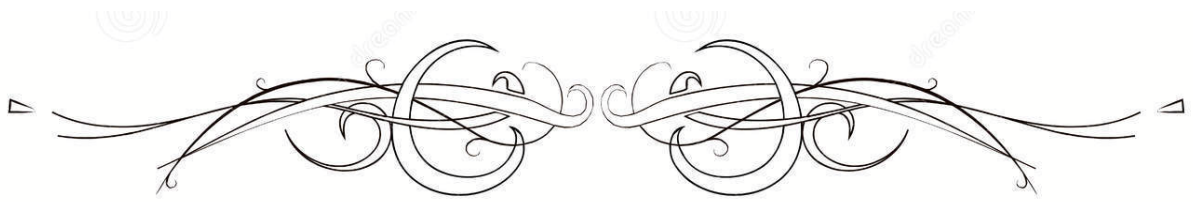
*A mes chers enseignants, Professeur LAMCHAOURI et Professeur QUOSMI,*

*Merci d'avoir fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Il m'est particulièrement agréable de vous exprimer ma profonde gratitude et ma grande estime.*

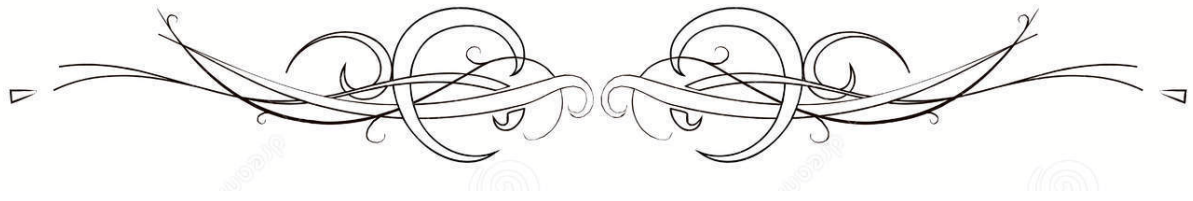
*A ma belle-sœur, Dounia AIT EL CADI,*

*Ma belle-sœur préférée, tu as toujours été là pour moi et sache que je le serai pour toi également. Toutes mes taquineries ne sont que l'expression de mon affection pour toi.*

*A tous ceux dont l'oubli de la plume n'est pas celui du cœur. À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail. Cette thèse est dédiée à vous.*



***REMERCIEMENTS***



*A notre cher maître et rapporteur de thèse*

*Madame la Professeure Soraa Nabila*

*Professeur de l'enseignement supérieur et chef de service de microbiologie  
et de virologie au CHU Mohammed VI de Marrakech.*

*Vous m'avez fait un grand honneur en acceptant de me confier ce travail  
auquel vous avez grandement contribué en me guidant, en me conseillant  
et en me consacrant une grande partie de votre précieux temps. Je vous  
remercie pour votre patience, votre disponibilité, vos encouragements et  
vos précieux conseils dans la réalisation de ce travail. Votre compétence,  
votre dynamisme et votre rigueur ont suscité en moi une grande  
admiration et un profond respect. Vos qualités professionnelles et  
humaines me servent d'exemple. Veuillez accepter, cher maître,  
l'assurance de mon estime et de mon profond respect. Puisse ce travail  
être à la hauteur de la confiance que vous m'avez accordée.*

*A notre maître et présidente de thèse*

*madame la Professeure TASSI Noura*

*Professeur de l'enseignement supérieur et chef de service de maladies  
infectieuses au CHU Mohammed VI de Marrakech.*

*Je vous remercie pour votre grande amabilité ainsi que pour l'intérêt que  
vous avez porté à ce travail en acceptant de le juger et le présider. Qu'il  
me soit permis, cher maître, de vous présenter à travers ce travail le  
témoignage de mon grand respect et l'expression de ma profonde  
reconnaissance.*

*A notre maître et juge de thèse*

*Professeur El Adib Ahmed Rhassane*

*Professeur de l'enseignement supérieur d'Anesthésie et de Réanimation  
et chef de service de la réanimation gynéco-obstétricale au CHU*

*Mohammed VI de Marrakech.*

*Nous sommes infiniment sensibles à l'insigne honneur que vous nous avez fait en acceptant de juger notre thèse. Votre modestie et votre courtoisie demeurent pour nous des qualités exemplaires. Veuillez accepter, cher Maître, l'expression de notre reconnaissance et notre profonde estime.*

*A notre maître et juge de thèse*

*madame la Professeure AMRO Lamya*

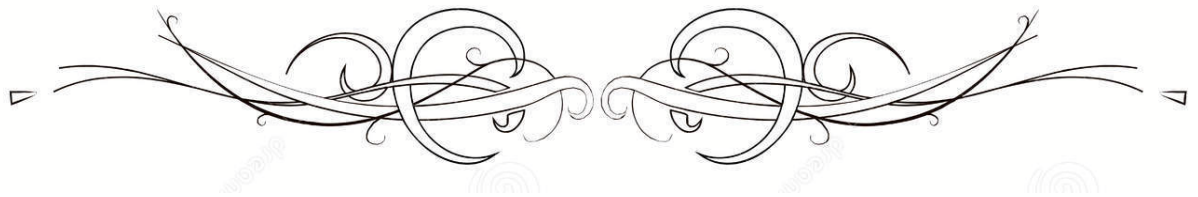
*Professeur de l'enseignement supérieur et chef de service de Pneumo-  
Phtisiologie au CHU Mohammed VI de Marrakech.*

*Je vous remercie infiniment pour le grand honneur que vous m'accordez en acceptant de juger ce travail de thèse, en dépit de vos engagements.*

*J'ai eu la chance de compter parmi vos étudiants et de profiter de l'étendue de votre savoir. Vos remarquables qualités humaines et professionnelles ont toujours suscité ma profonde admiration. Ce modeste travail est pour moi l'occasion de vous témoigner ma profonde gratitude. Veuillez accepter, cher maître, mes vifs remerciements pour la présence et la sympathie dont vous avez fait preuve.*



***FIGURES & TABLEAUX***



# Liste des figures

- Figure (1)** : Kit de réactifs Abbott SRAS-CoV-2 IgG
- Figure (2)** : Abbott ARCHITECT i2000SR
- Figure (3)** : Répartition selon le sexe
- Figure (4)** : Répartition selon l'âge
- Figure (5)** : Répartition selon les hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech
- Figure (6)** : Répartition selon les secteurs d'activité
- Figure (7)** : Séroprévalence du COVID-19 IgG
- Figure (8)** : Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon le sexe
- Figure (9)** : Séroprévalence COVID-19 chez les sujets de sexe masculin
- Figure (10)** : Séroprévalence COVID-19 chez les sujets de sexe féminin
- Figure (11)** : Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon l'âge
- Figure (12)** : Séroprévalence COVID-19 en fonction du secteur d'activité
- Figure (13)** : Séroprévalence COVID-19 chez les médecins des hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech
- Figure (14)** : Séroprévalence COVID-19 chez les infirmiers et les techniciens des hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech
- Figure (15)** : Séroprévalence COVID-19 chez les TS occupant le reste des secteurs (autres que les médecins, les infirmiers et les techniciens) des hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech
- Figure (16)** : Répartition des prélèvements et des séropositifs COVID-19 IgG selon la période des prélèvements
- Figure (17)** : Classification des coronavirus et taxonomie des coronavirus humains
- Figure (18)** : Structure du SARS-CoV-2
- Figure (19)** : Les étapes du cycle infectieux du SARS-CoV-2
- Figure (20)** : Processus d'attachement et de fusion du SARS-CoV-2 aux cellules cibles
- Figure (21)** : Processus de réplication et de transcription du SARS-CoV-2
- Figure (22)** : Prélèvement nasopharyngé
- Figure (23)** : les étapes de la RT-PCR
- Figure (24)** : Résultat RT-PCR sur le gène E du SARS-CoV-2
- Figure (25)** : Détection qualitative des IgG et des IgM du SARS-CoV-2 (Test sérologique rapide)
- Figure (26)** : Test antigénique rapide et son interprétation
- Figure (27)** : Cinétique des marqueurs virologiques au cours de l'infection à SARS-CoV-2

## Liste des tableaux :

- Tableau (I)** : Interprétation des Index (S/C)
- Tableau (II)** : Répartition des travailleurs de santé en fonction de l'âge
- Tableau (III)** : Répartition des travailleurs de santé selon les hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech
- Tableau (IV)** : Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon l'âge
- Tableau (V)** : Index des IgG et leur médiane
- Tableau (VI)** : Interprétation des résultats des tests sérologique rapides
- Tableau (VII)** : Comparaison des taux de séoprévalence COVID-19
- Tableau (VIII)** : Comparaison des taux de la séoprévalence en fonction du sexe
- Tableau (IX)** : Comparaison des âges moyens des TS positifs au SARS-CoV-2
- Tableau (X)** : Comparaison des taux de séoprévalence en fonction du profil des travailleurs de santé



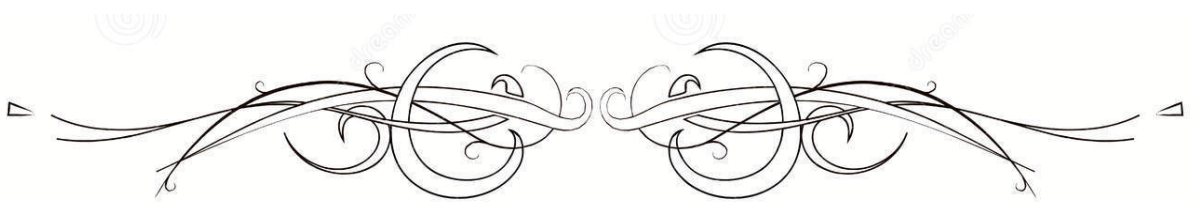
***ABBREVIATIONS***



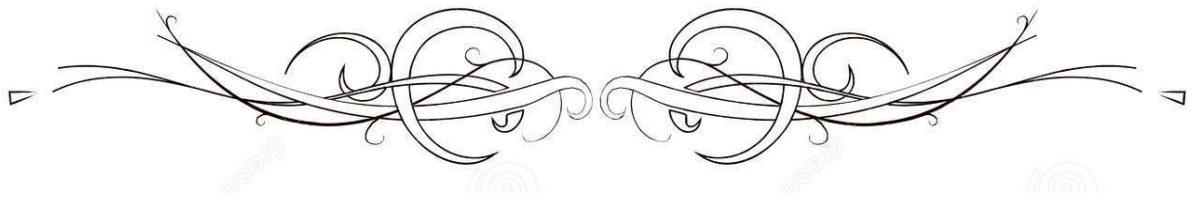
## Liste des abréviations :

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>ACE2</b>      | : Enzyme de conversion de l'angiotensine-2                                    |
| <b>ACE-Ig</b>    | : Enzyme de conversion de l'angiotensine Immunoglobuline                      |
| <b>ADN</b>       | : Acide désoxyribonucléique   |
| <b>ADNc</b>      | : Acide désoxyribonucléique complémentaire                                    |
| <b>Ag</b>        | : Antigène  |
| <b>Ang</b>       | : Antigène  |
| <b>APN</b>       | : Acide peptidique nucléique  |
| <b>ARA</b>       | : Antagonistes des récepteurs de l'angiotensine                               |
| <b>ARN</b>       | : Acide ribonucléique   |
| <b>ARNm</b>      | : ARN messenger   |
| <b>BCoV</b>      | : Coronavirus bovin   |
| <b>C°</b>        | : Degré Celsius   |
| <b>CDC</b>       | : Centres américains de contrôle et de prévention des maladies                |
| <b>CDNA</b>      | : Communicable Disease Network Australie                                      |
| <b>CDC</b>       | : Centers for Disease Control and Prevention                                  |
| <b>CMIA</b>      | : Technologie de dosage immunologique microparticulaire par chimiluminescence |
| <b>CoV</b>       | : Coronavirus   |
| <b>COVID-19</b>  | : La maladie à coronavirus 2019   |
| <b>Ct</b>        | : Seuil de cycle  |
| <b>DHA</b>       | : ministère de la Santé, Australie  |
| <b>ECDC</b>      | : Centres européens de contrôle et de prévention des maladies                 |
| <b>ELISA</b>     | : Enzyme-Linked Immunosorbent Assay   |
| <b>EPI</b>       | : équipements de protection individuelle                                      |
| <b>ERGIC</b>     | : ER-Golgi  |
| <b>FCoV</b>      | : Coronavirus félin   |
| <b>FDA</b>       | : Food and Drug Administration  |
| <b>fg</b>        | : Frigorie  |
| <b>FP</b>        | : Peptide de fusion   |
| <b>Hab</b>       | : Habitants   |
| <b>HAR</b>       | : Hôpital Arrazi  |
| <b>HCoV</b>      | : Coronavirus humaine   |
| <b>HCoV-NL63</b> | : Coronavirus humain NL63   |
| <b>HCP</b>       | : prestataires de soins de santé  |
| <b>HE</b>        | : Hémagglutinine-estérase   |
| <b>Hel</b>       | : Hélicase  |
| <b>HFSA</b>      | : Heart Failure Society of America  |
| <b>HKU4</b>      | : Coronavirus de chauve-souris  |
| <b>HME</b>       | : Hôpital MèreEnfant  |
| <b>HRP</b>       | : Horseradish Peroxidase  |
| <b>IFN</b>       | : Antagoniste des interférons   |

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>IgG</b>        | : Immunoglobuline G  |
| <b>IgM</b>        | : Immunoglobuline M  |
| <b>Km</b>         | : Kilomètre  |
| <b>LAMP</b>       | : l'amplification isotherme médiée par boucle                        |
| <b>LDH</b>        | : Lactate déshydrogénase   |
| <b>M</b>          | : Mètre  |
| <b>MERS-CoV</b>   | : Coronavirus du syndrome respiratoire du Moyen-Orient               |
| <b>MHV</b>        | : Coronavirus de l'hépatite de la souris                             |
| <b>Min</b>        | : Minute   |
| <b>ml</b>         | : Millilitre   |
| <b>MT-PCR</b>     | : Multiplex-tandem PCR   |
| <b>nCoV</b>       | : Nouveau coronavirus  |
| <b>nM</b>         | : Nanomètre  |
| <b>nm</b>         | : Nanomètre  |
| <b>Nsps</b>       | : Non-Structural Proteins  |
| <b>NTD</b>        | : Domaine N-terminal   |
| <b>OMS</b>        | : Organisation Mondiale de la Santé                                  |
| <b>ORF</b>        | : Open Reading Frame   |
| <b>PcMNPs</b>     | : Groups (PC)-coated magnetic nanoparticles                          |
| <b>PCR</b>        | : Polymérase Chaîne Réaction   |
| <b>PCI</b>        | : contrôle et prévention des infections                              |
| <b>PdCV</b>       | : Deltacoronavirus porcin  |
| <b>PIF</b>        | : Péritonite Infectieuse Féline                                      |
| <b>pp1a</b>       | : Polyprotéines 1a   |
| <b>RBD</b>        | : Receptor Binding Domain  |
| <b>RBM</b>        | : Receptor Binding Motif   |
| <b>RCA</b>        | : Amplification en cercle roulant                                    |
| <b>rhACE2</b>     | : Forme soluble recombinante d'ACE2 humaine                          |
| <b>RT-LAMP</b>    | : Amplification isotherme médiée par boucle de transcription inverse |
| <b>RT-PCR</b>     | : Reverse Transcriptase PCR  |
| <b>RT-qPCR</b>    | : Reverse Transcriptase Quantitative PCR                             |
| <b>SARS-CoV-2</b> | : coronavirus 2 du syndrome respiratoire aigu sévère                 |
| <b>SR</b>         | : Sérine et Arginine   |
| <b>SRAS-CoV</b>   | : Coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère                   |
| <b>TMA</b>        | : Amplification Médiée par la Transcription                          |
| <b>TMPRSS2</b>    | : Transmembrane Protéase Serine 2                                    |
| <b>URL</b>        | : Unités relatives de lumière  |
| <b>USPPI</b>      | : Urgence de santé publique de portée internationale                 |
| <b>VHC</b>        | : Humain Coronavirus   |
| <b>VHH</b>        | : Anticorps à domaine unique   |

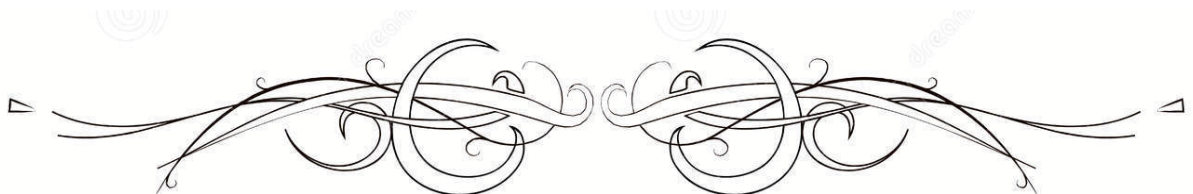


# ***PLAN***

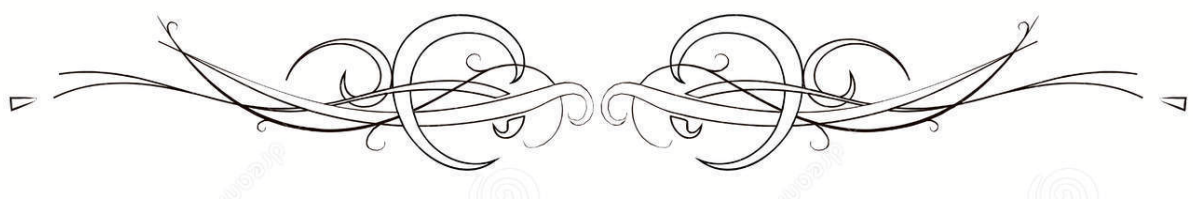


|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCTION</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>MATERIELS ET METHODES</b> .....   | <b>4</b>  |
| I. Type d'étude .....  | 5         |
| II. Lieu et durée d'étude .....  | 5         |
| III. Population cible .....  | 5         |
| IV. Procédure de réalisation .....   | 5         |
| 1. Phase pré-analytique .....  | 5         |
| 2. Phase analytique .....  | 6         |
| V. Recueil des données .....   | 8         |
| VI. Analyse des données .....  | 9         |
| VII. Ethique .....   | 9         |
| <b>RESULTATS</b> .....   | <b>10</b> |
| I. Description de la population .....  | 11        |
| 1. Population .....  | 11        |
| 2. Origine géographique .....  | 14        |
| II. Analyse sérologique .....  | 14        |
| 1. Prévalence générale des séropositifs COVID-19 IgG .....   | 14        |
| 2. Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon sexe .....  | 15        |
| 3. Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon l'âge .....   | 17        |
| 4. Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon le secteur d'activité .....   | 18        |
| 5. Séroprévalence COVID-19 chez les médecins des hôpitaux/structures du CHU<br>Mohammed VI de Marrakech .....  | 18        |
| 6. Séroprévalence COVID-19 chez les infirmiers et les techniciens des<br>hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech .....   | 19        |
| 7. Séroprévalence COVID-19 chez les TS occupant le reste des secteurs (autres que les<br>médecins, les infirmiers et les techniciens) des hôpitaux/structures du CHU<br>Mohammed VI de Marrakech ..... | 20        |
| 8. Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon l'index des IgG .....   | 21        |
| 9. Séroprévalence mensuelle COVID-19 .....   | 21        |
| <b>DISCUSSION</b> .....  | <b>23</b> |
| I. Généralités .....   | 24        |
| 1. Chronologie de la pandémie de COVID-19 .....  | 24        |
| 2. Caractères virologiques .....   | 25        |
| 3. Physiopathologie .....  | 28        |
| II. Diagnostic virologique de la COVID-19 .....  | 31        |
| 1. RT-PCR .....  | 32        |
| 2. Tests sérologiques .....  | 37        |
| III. Discussion des résultats .....  | 42        |
| 1. Séroprévalence COVID-19 selon les caractéristiques des TS .....   | 43        |
| 2. Facteurs associés à une séroprévalence plus élevée .....  | 48        |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| RECOMMANDATIONS.....  | 50 |
| CONCLUSION.....       | 53 |
| ANNEXE.....           | 55 |
| RESUMES.....          | 57 |
| BIBLIOGRAPHIQUES..... | 64 |



***INTRODUCTION***



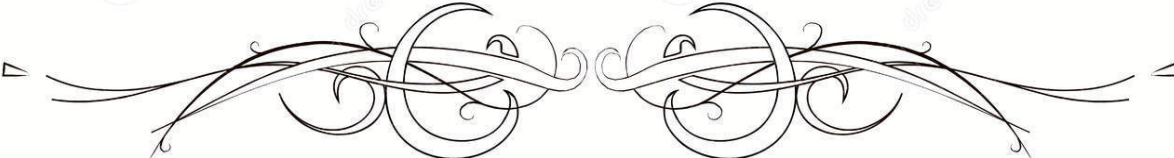
Le coronavirus (CoV) est dérivé du mot « corona » qui signifie « couronne » en latin. (1) Il provoque une gamme d'infections des voies respiratoires humaines allant du rhume léger au syndrome de détresse respiratoire sévère.(2) La nouvelle maladie à CoV actuelle, également appelée syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS)-CoV-2 et maladie à coronavirus 2019 (COVID-19), est une menace émergente pour la santé mondiale.(3) L'épidémie de COVID-19 a commencé à partir de la ville de Wuhan en Chine vers la fin décembre 2019 et s'est depuis propagée rapidement à la Thaïlande, au Japon, à la Corée du Sud, à Singapour et à l'Iran au cours des premiers mois.(4,5) Cela a été suivi d'une large diffusion virale dans le monde entier, notamment en Espagne, en Italie, aux États-Unis, aux Émirats arabes unis et au Royaume-Uni.(6) L'OMS a déclaré l'épidémie de COVID-19 comme une pandémie. (7) Au 12 août 2021, des flambées et des infections humaines sporadiques ont entraîné 204 887 504 cas confirmés et 4 327 872 décès.(6)

Le CoV a posé des défis fréquents au cours de son parcours, allant de l'isolement du virus, la détection, la prévention au développement de vaccins.(8) CoV appartient à l'ordre des Nidovirales et possède le plus grand génome à ARN. (9) Il est connu pour être acquis à partir d'une source zoonotique et se propage généralement par contact et transmission de gouttelettes. La personne infectée présente des caractéristiques cliniques non spécifiques nécessitant une détection virologique et une confirmation par des techniques moléculaires.(10,11)

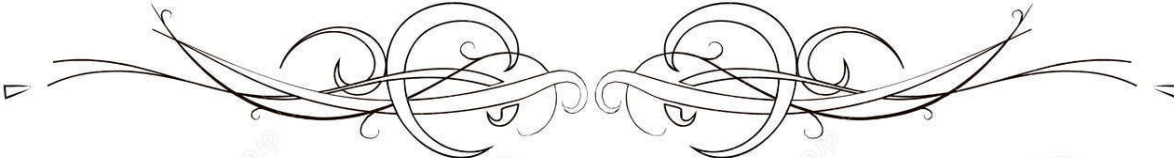
Les travailleurs de la santé (TS) ont été considérés comme présentant un risque élevé de contracter le virus et peuvent également présenter un risque important de transmission du virus aux patients, à leurs collègues et à leurs contacts sociaux.(12) Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), un patient sur sept (14 %) est un travailleur de la santé.(13) L'incapacité de protéger la sécurité des travailleurs de la santé de première ligne présente un risque d'effondrement du système de santé ainsi que de transmission du virus des établissements de santé à la communauté.(14) Le taux de séroprévalence du SRAS-CoV-2 parmi les travailleurs de la santé varie entre et au sein des pays et même entre les institutions en raison des variations

dans les mesures de contrôle des infections prises dans les établissements de soins de santé, les zones géographiques, les politiques et procédures de santé établies au niveau national ainsi que les comportements individuels des travailleurs de la santé.(15) La prévalence de l'infection par le SRAS-CoV-2 parmi les travailleurs de la santé fournit des informations précieuses pour comprendre la propagation du COVID-19 dans les établissements de santé et pour détecter les groupes à risque pour l'infection.(16)

L'objectif de cette étude est de déterminer la séroprévalence du SRAS-CoV-2 parmi les personnels de santé au sein du CHU Mohammed VI de Marrakech et les facteurs de risque associés.



***MATERIELS ET METHODES***



## **I. Type d'étude :**

Il s'agit d'une étude rétrospective descriptive incluant les travailleurs de santé exerçant au sein du CHU Mohammed VI de Marrakech et ayant bénéficié d'une sérologie COVID-19 IgG avant le début de la vaccination.

## **II. Lieu et durée d'étude :**

Cette étude a été réalisée au sein du CHU Mohammed VI de Marrakech, sur une période de 4 mois (du 20 octobre 2020 au 22 février 2021).

## **III. Population cible :**

Nous avons inclus dans cette étude les personnels de santé du corps médical, paramédical et personnel administratif, travaillant au sein du CHU Mohammed VI de Marrakech, tous ayant un âge entre 18 et 60 ans.

Ce travail a été fait avant le début de la vaccination chez le personnel de santé du CHU ayant bénéficié d'une sérologie COVID-19 IgG.

## **IV. Procédure de réalisation :**

### **1. Phase pré-analytique :**

Traitée dans les 3 parties suscitées.

## 2. Phase analytique :

### 2.1. Prélèvements :

Les sérologies COVID-19 IgG ont été réalisés sur des échantillons de sérum acheminés au laboratoire de microbiologie du CHU Mohammed VI de Marrakech durant la période entre octobre 2020 et février 2021.

### 2.2. Test IgG :

Les échantillons ont été testés sur l'instrument Abbott Architect à l'aide du test Abbott SRAS-CoV-2 IgG après la notification de la FDA suivant les instructions du fabricant. L'essai est un immunotest de microparticule chimioluminescent pour la détection qualitative d'IgG dans le sérum humain ou le plasma contre la nucléoprotéine (N) de SRAS-CoV-2. Le fabricant a signalé une sensibilité de 86,4% 7 jours après l'apparition des symptômes et de 100% après 14 jours, et une spécificité de 99,6%, en utilisant la RT-PCR comme gold standard(17).



**Figure (1) : Kit de réactifs Abbott SRAS-CoV-2 IgG**

#### a. **Principe de la technique :**

Ce dosage est un dosage immunologique automatisé en deux étapes pour la détection qualitative des anticorps IgG dirigés contre le SARS-CoV-2 dans le sérum et le plasma humains utilisant la technologie de dosage immunologique micro-particulaire par chimiluminescence (CMIA).

L'échantillon, les microparticules paramagnétiques recouvertes d'antigène SARS-CoV-2 et le diluant de dosage sont tous mis en contact entre eux. Les anticorps IgG dirigés contre le SARS-CoV-2 présents dans l'échantillon se lient aux microparticules recouvertes d'antigène SARS-CoV-2. Après lavage, le conjugué d'anticorps anti-IgG humaine marqué à l'acridinium est ajouté pour former un mélange réactionnel, et incubé par la suite. Après un autre cycle de lavage, les solutions de pré-activation et d'activation sont ajoutées.

La réaction chimiluminescente résultante est mesurée en Unités Relatives de Lumière (URL). Il existe une relation directe entre la quantité d'anticorps IgG dirigés contre le SARS-CoV-2 présente dans l'échantillon et les URL détectées par le système optique.

Cette réaction est représentée par l'index calculé (S/C).

La présence ou l'absence d'anticorps IgG dirigés contre le SARS-CoV-2 dans l'échantillon est déterminée en comparant les URL chimiluminescente de la réaction à la valeur URL du calibre.

**b. Mode opératoire :**

- Avant de charger le kit de réactifs sur l'analyseur pour la première fois, le flacon de microparticules doit être homogénéisé afin de remettre en suspension les microparticules, il faut ainsi retourner le flacon 30 fois ;
- Placer un septum sur le flacon et charger le réactif ;
- Calibration : chaque contrôle de dosage doit être analysé pour évaluer la calibration du dosage ;
- Contrôle : analyser un échantillon de chaque niveau de contrôle une fois toutes les 24 heures chaque jour d'utilisation ;
- Vérifier les résultats des contrôles de qualité ;
- Après le transport des échantillons au laboratoire, faire une centrifugation pour l'obtention du sérum et l'élimination de toute trace de fibrine ;
- La plate-forme Architect nécessite un minimum de 100 µl de sérum ou de plasma ;

- Placer les tubes sur les portoirs ;
- Scanner les codes à barres du portoir, et indiquer la position de chaque échantillon ;
- Placer le portoir dans l'automate et effectuer le dosage ;
- Les résultats sont rapportés sous forme d'index (rapport du signal chimioluminescent entre les échantillons et un calibre) ;

**Tableau (I) : Interprétation des Index (S/C)**

| Index (S/C) | Interprétation |
|-------------|----------------|
| $< 1,4$     | Négatif        |
| $\geq 1,4$  | Positif        |

- Les échantillons positifs obtenus ont été conservés à 4°C.



**Figure (2) : Abbott ARCHITECT i2000SR**

## **V. Recueil des données :**

Une fiche d'exploitation a été établie pour chaque personnel de santé ou administratif ayant bénéficié d'une sérologie COVID-19 IgG sur cette période, comportant les éléments suivants (voir Annexe 1) :

- Age ;
- Sexe ;

- Date du prélèvement ;
- Résultat du prélèvement ;
- Index IgG quand la sérologie est positive.

## **VI. Analyse des données :**

L'analyse statistique des données a été réalisée avec Microsoft Office Excel 2016.

Les variables ont été exprimées en pourcentage, en médiane et en moyenne avec des limites.

## **VII. Ethique :**

Respect de l'anonymat des personnels de santé inclus dans cette étude.



***RESULTATS***



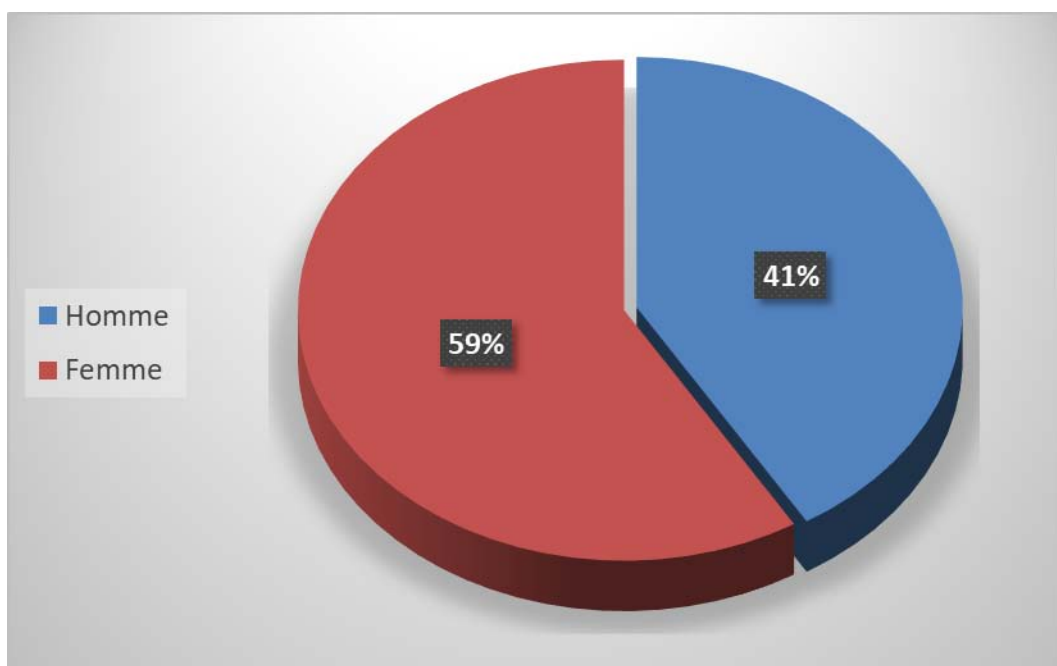
Durant la période entre le 20 octobre 2020 et le 22 février 2021, un total de 969 personnels travaillant tous au sein du CHU Mohammed VI de Marrakech a bénéficié d'une sérologie COVID-19 IgG.

## **I. Description de la population :**

### **1. Population :**

#### **1.1. Répartition selon le sexe :**

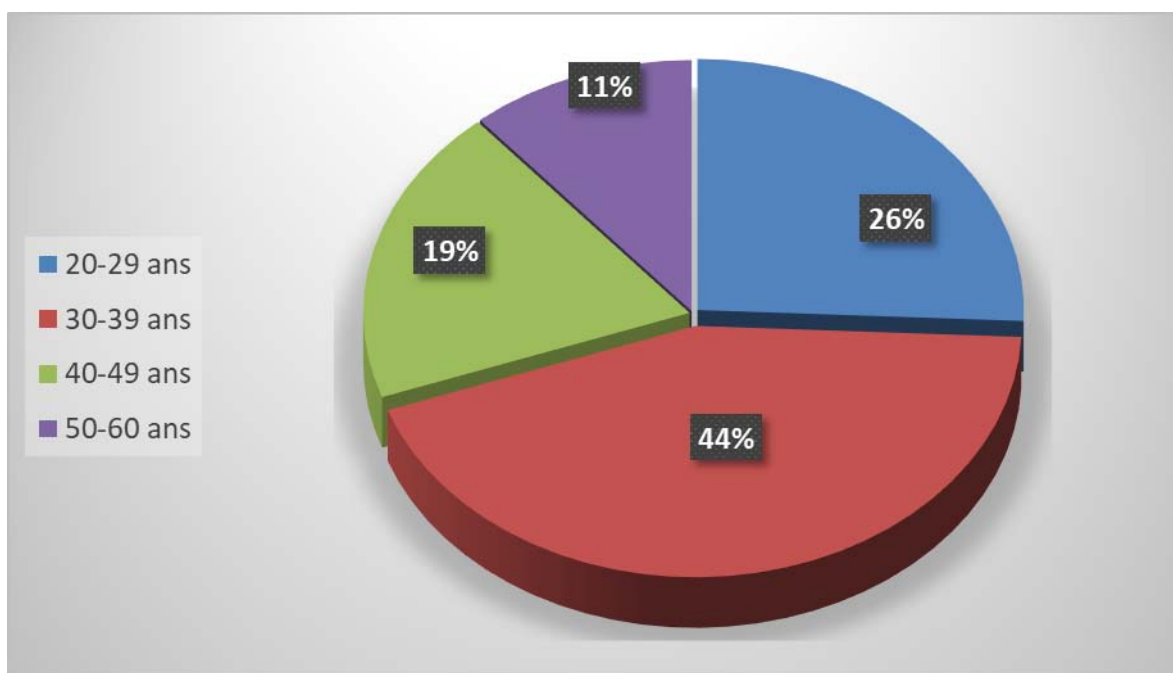
Les personnes bénéficiant d'une sérologie COVID-19 IgG ont été réparties en 400 hommes et 569 femmes soit :



**Figure (3) : Répartition selon le sexe**

#### **1.2. Répartition selon l'âge :**

Les 969 TS inclus dans cette étude ont été répartis selon l'âge de la manière suivante:



**Figure (4) : Répartition selon l'âge**

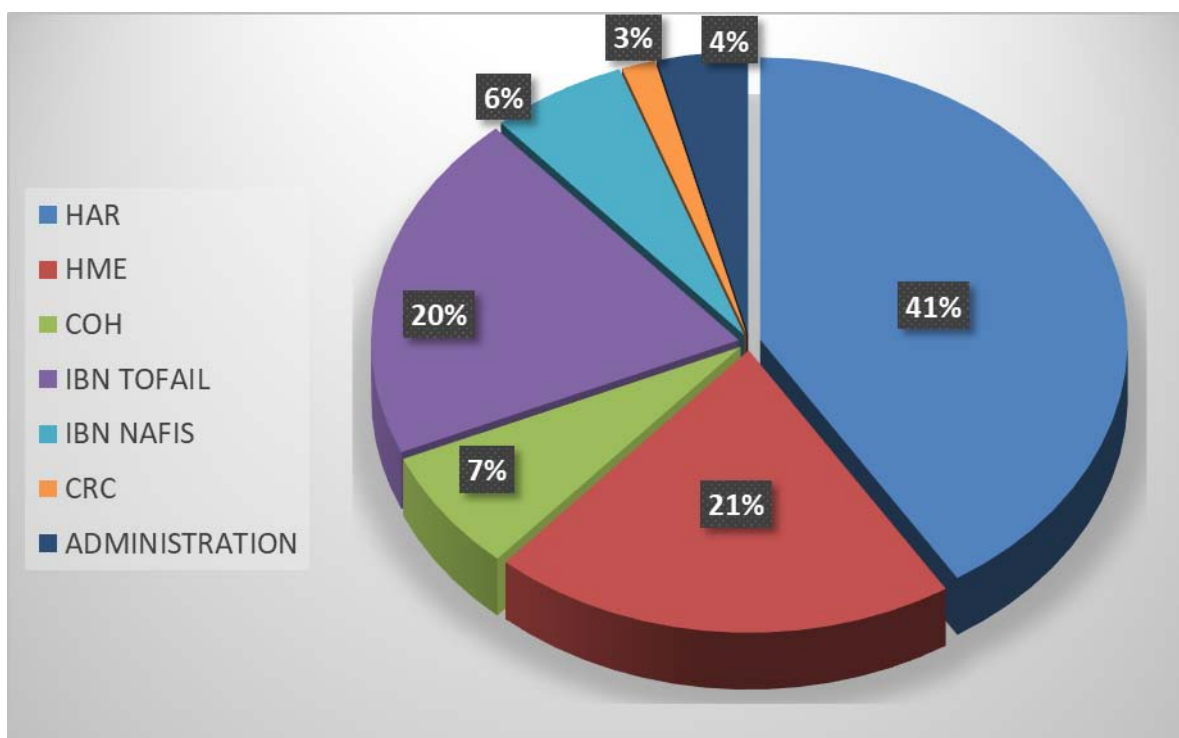
L'âge des participants allait de 20 ans à 60 ans avec une moyenne de 36 ans et une médiane de 34 ans.

**Tableau (II) : Répartition des travailleurs de santé en fonction de l'âge**

| Age       | Effectif | Pourcentage |
|-----------|----------|-------------|
| 20-29 ans | 249      | 26%         |
| 30-39 ans | 425      | 44%         |
| 40-49 ans | 186      | 19%         |
| 50-60 ans | 109      | 11%         |
| Total     | 969      | 100%        |

### **1.3. Répartition selon les hôpitaux d'affectation :**

Les 969 travailleurs de santé inclus cette étude étaient répartis selon les hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech de la manière suivante :

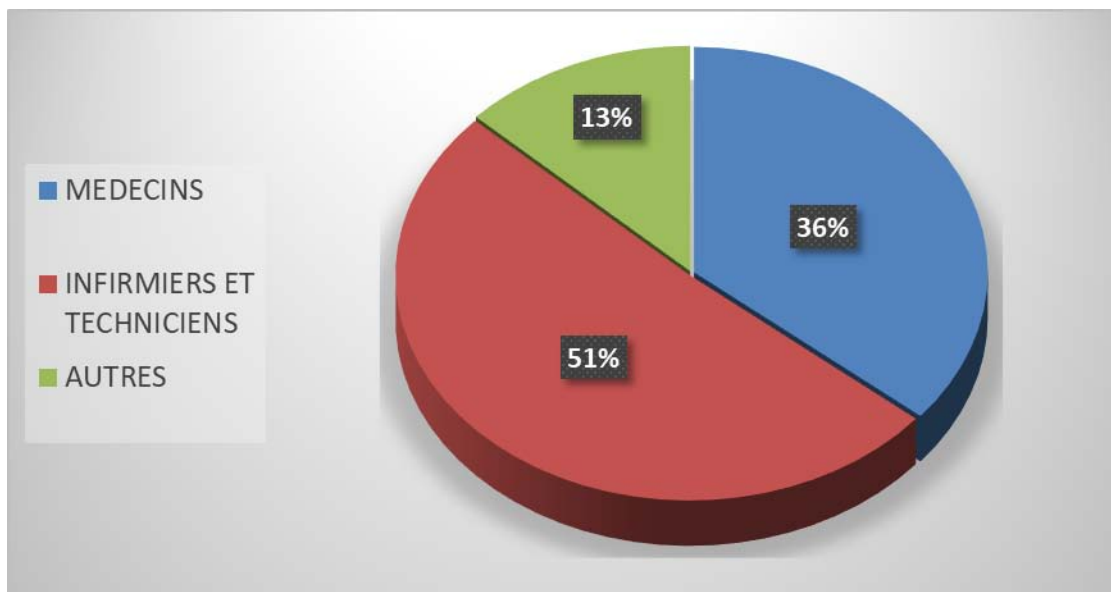


**Figure (5) : Répartition selon les hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech (N=969)**

**Tableau (III) : Répartition des travailleurs de santé selon les hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech**

| Hôpital/Structure | Effectif | Pourcentage |
|-------------------|----------|-------------|
| HAR               | 397      | 41%         |
| HME               | 198      | 20,5%       |
| COH               | 68       | 7%          |
| IBT               | 194      | 20%         |
| IBN NAFIS         | 58       | 6%          |
| CRC               | 15       | 1,5%        |
| ADMINISTRATION    | 39       | 4%          |
| Total             | 969      | 100%        |

#### 1.4. Répartition selon le secteur d'activité :



**Figure (6) :** Répartition selon les secteurs d'activité (N=969)

Les 969 travailleurs de santé inclus dans cette étude ont été répartis selon les secteurs d'activité en 349 médecins (36% des TS de cette étude), 494 infirmiers et techniciens (51%) et 126 TS occupant le reste des secteurs.

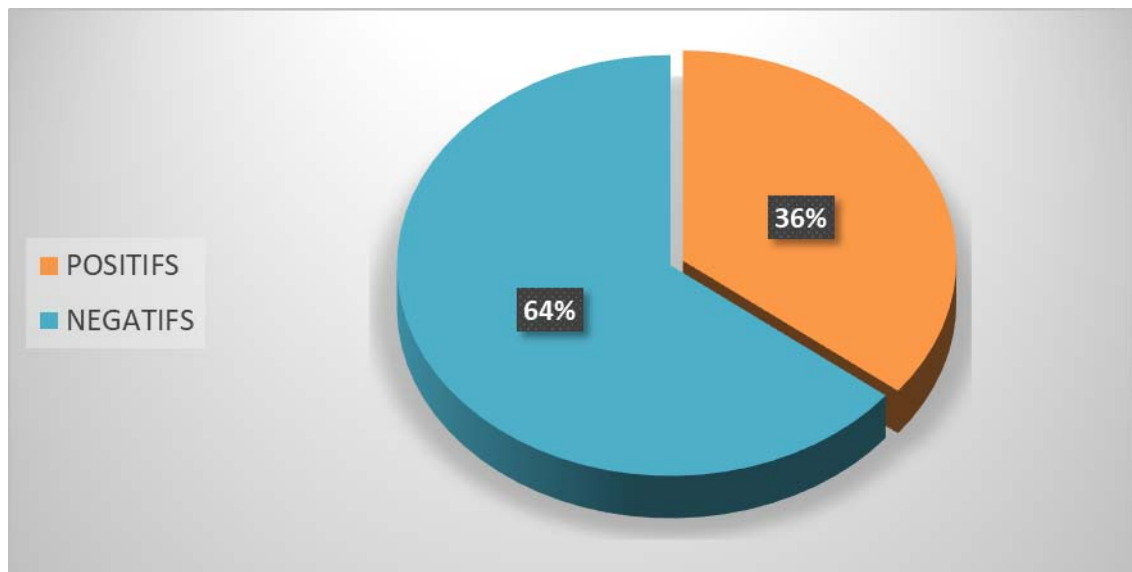
## 2. Origine géographique :

Tous les participants provenaient du CHU Mohammed VI de Marrakech.

## II. Analyse sérologique :

### 1. Prévalence générale des séropositifs COVID-19 IgG :

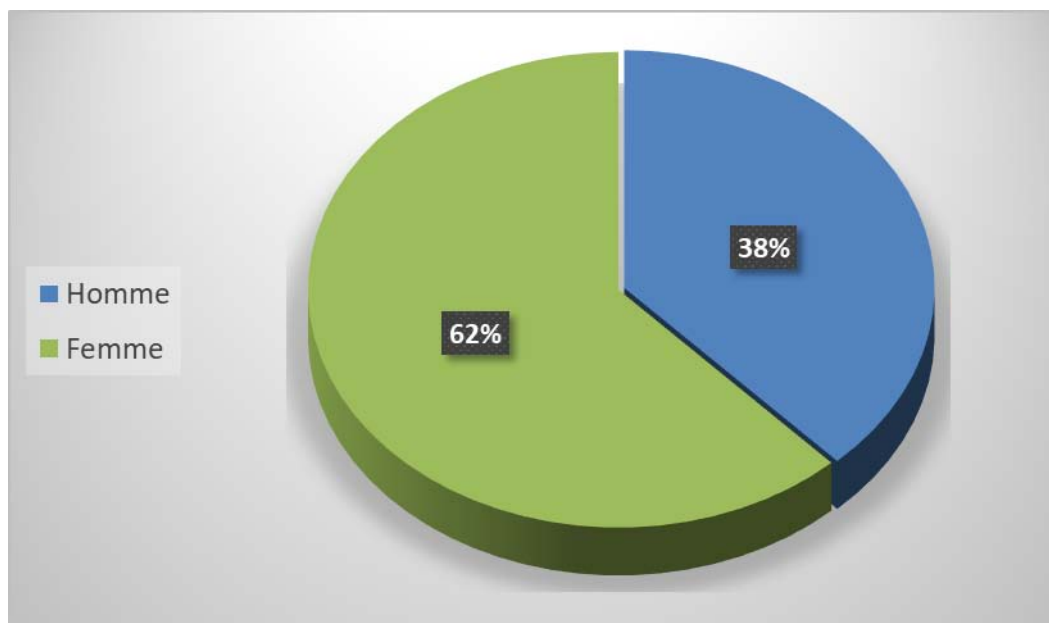
Parmi les 969 personnes incluses, 345 étaient séropositives au COVID-19, soit une prévalence de 35,60 %.



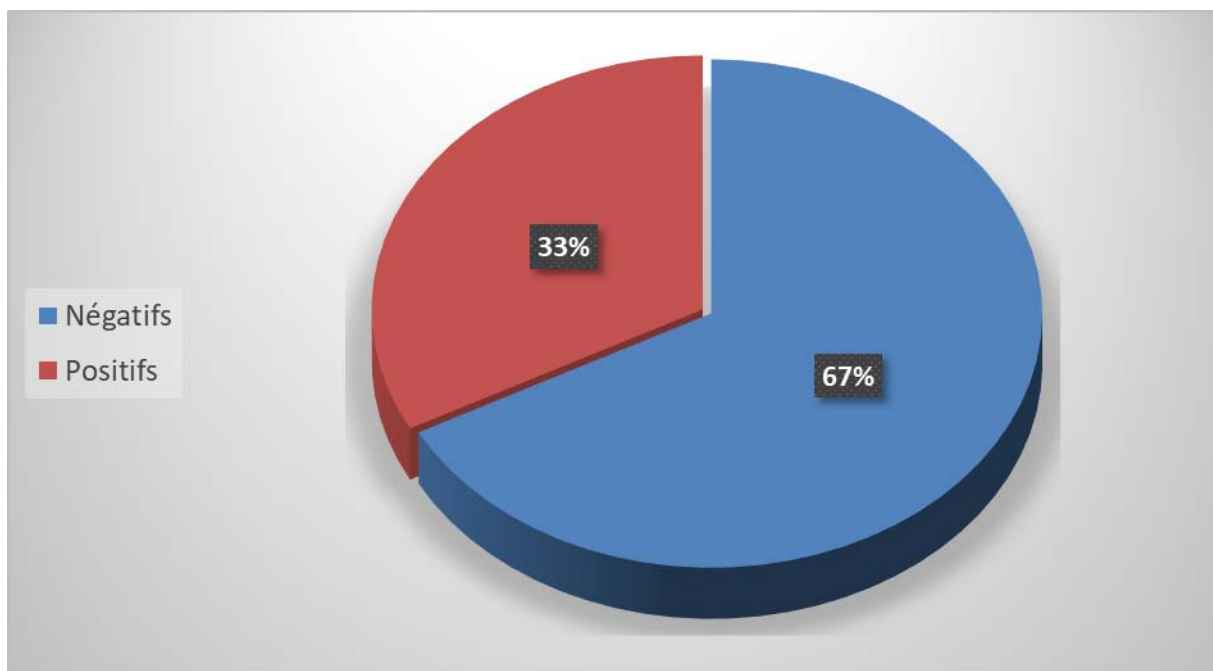
**Figure (7) : Séroprévalence du COVID-19 IgG**

## **2. Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon le sexe :**

La séroprévalence de COVID-19 était plus élevée chez le sexe féminin (214 femmes parmi les 345 TS testés positifs) comparativement au sexe masculin (131 parmi 345) (62,03% versus 37,97%).

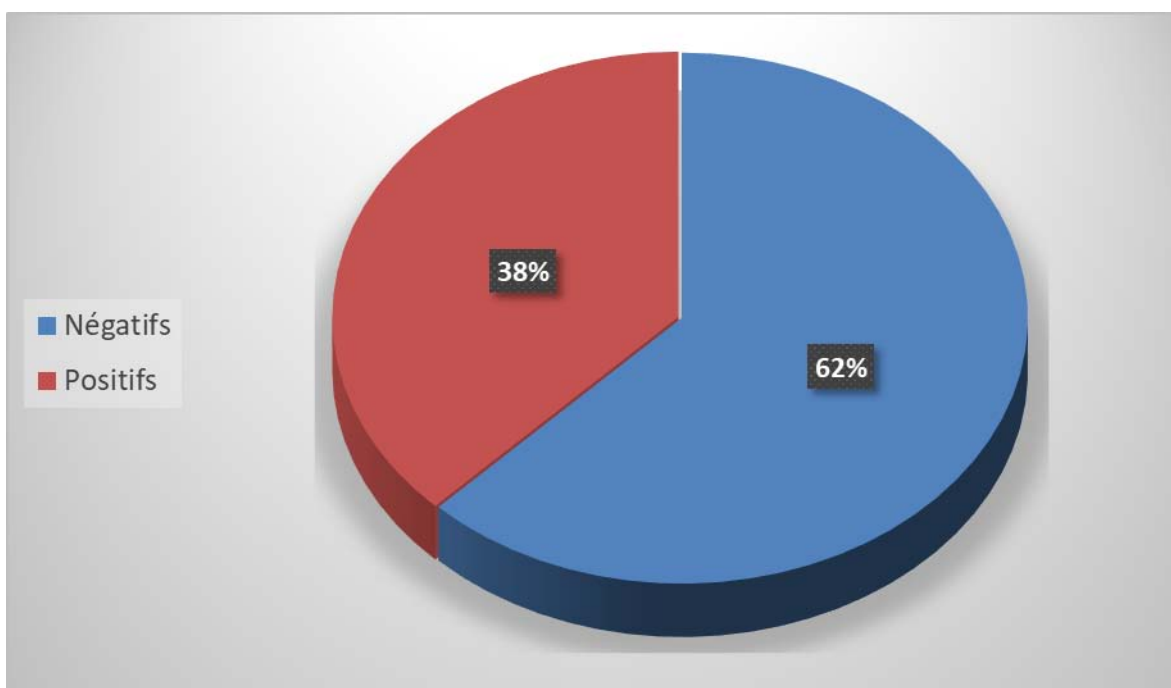


**Figure (8) : Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon le sexe (N=345)**



**Figure (9) : Séroprévalence COVID-19 chez les sujets de sexe masculin**

Parmi les 400 participants de sexe masculin, 131 étaient séropositifs au COVID-19, soit une prévalence de 32,75%.



**Figure (10) : Séroprévalence COVID-19 chez les sujets de sexe féminin**

Parmi les 569 participants de sexe féminin, 214 étaient séropositifs au COVID-19, soit une prévalence de 37,61%.

### 3. Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon l'âge :

Tableau (IV) : Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon l'âge

|             |              |
|-------------|--------------|
| Population  | N=345        |
| Age ( ans ) | 34 [ 21-60 ] |

La médiane d'âge des séropositifs de cette étude était de 34 ans avec des extrêmes de 21 et 60 ans.

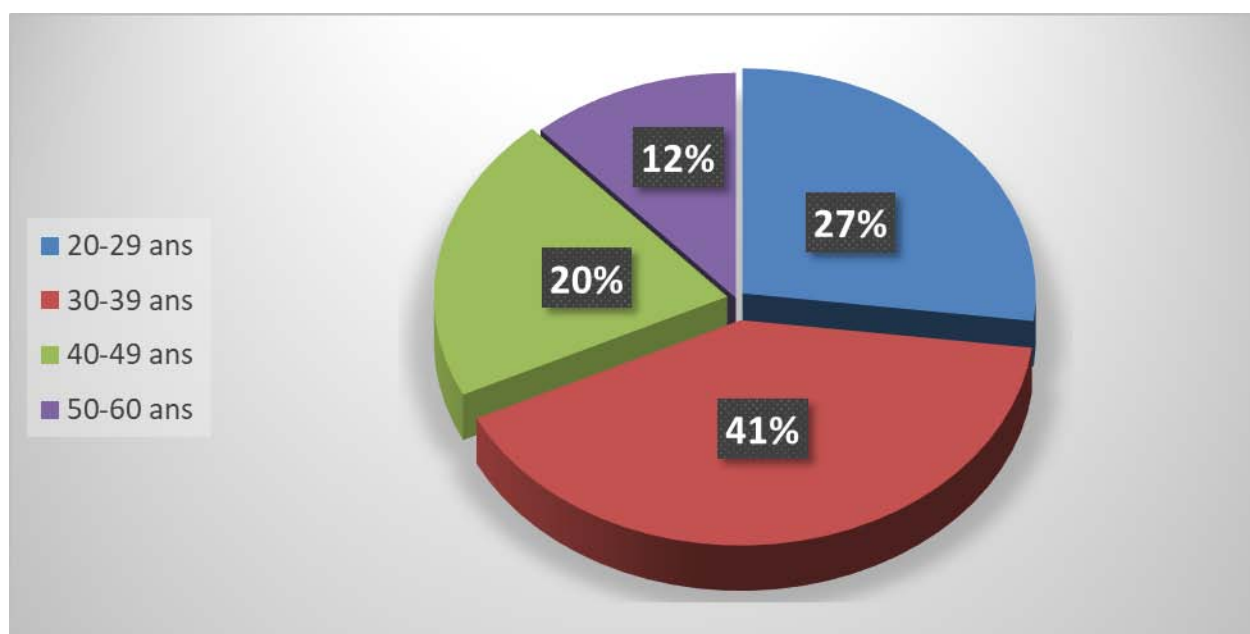
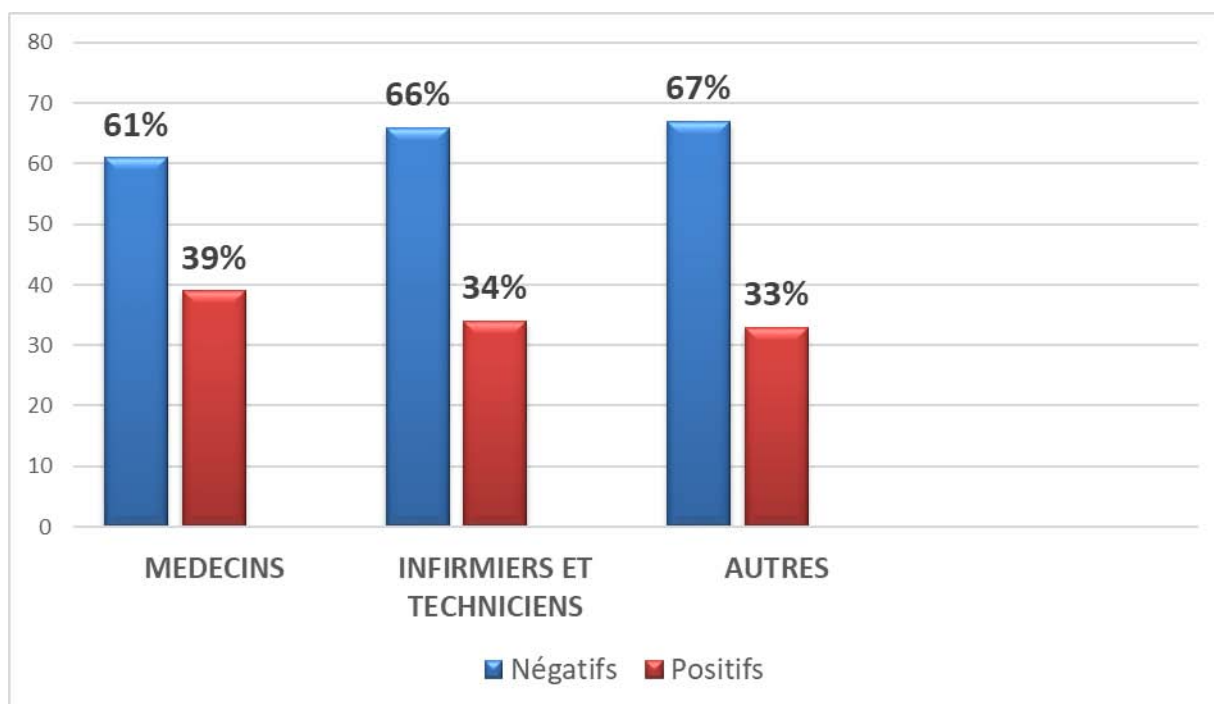


Figure (11) : Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon l'âge (N=345)

L'analyse de la séroprévalence de la COVID-19 chez le personnel de santé selon l'âge a permis de mettre en évidence une prévalence plus élevée chez les participants d'âge entre 30-39 ans (40,86%) (141 cas), suivi des participants d'âge entre 20-29 ans (26,95%) (93 cas), ensuite ceux d'âge entre 40-49 ans (20,57%) (71 cas) et en dernier les participants d'âge 50-60 ans (11,59%) (40 cas).

#### 4. Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon le secteur d'activité :

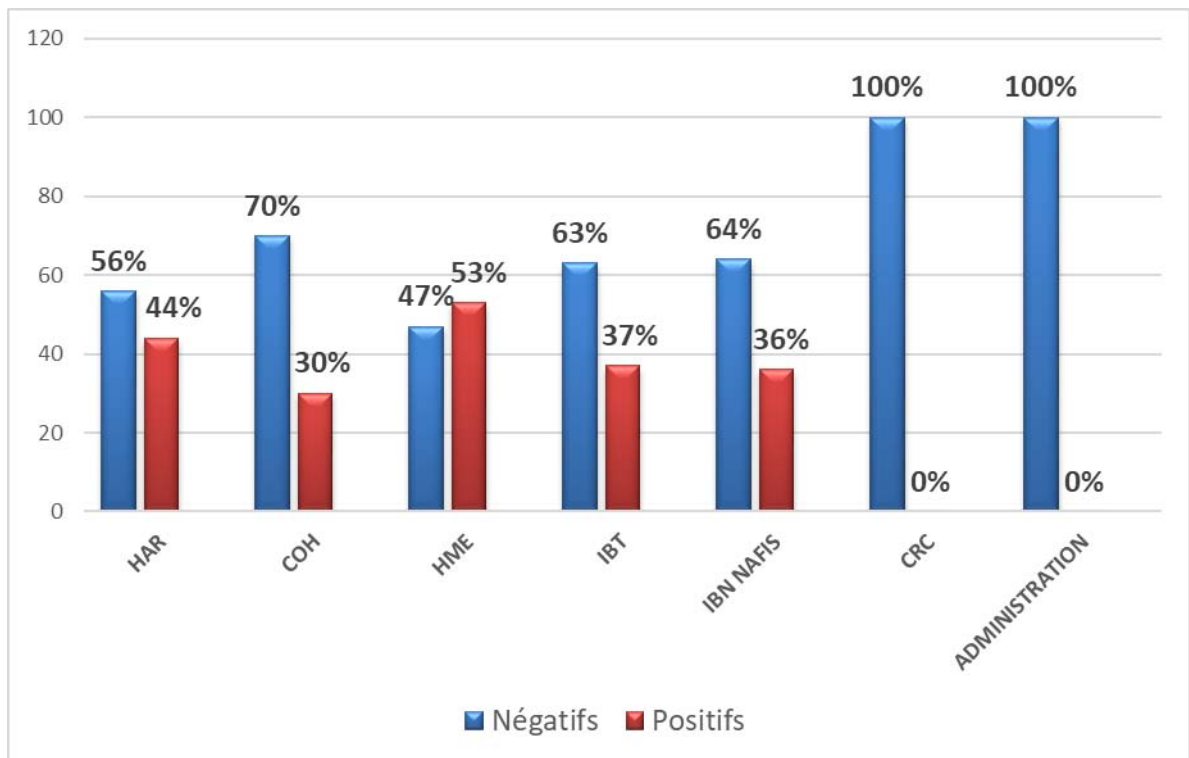


**Figure (12) : Séroprévalence COVID-19 en fonction du secteur d'activité (N=345)**

Parmi les 345 TS ayant une sérologie COVID-19 positive, 136 parmi eux étaient des médecins (136 parmi les 349 médecins inclus dans cette étude, soit une prévalence de 39%), 168 étaient des infirmiers et des techniciens (168 parmi les 494 infirmiers et techniciens de cette étude, soit une prévalence de 34%) et 41 TS occupant le reste des secteurs (41 parmi 126 soit une prévalence de 32,53%).

#### 5. Séroprévalence COVID-19 chez les médecins des hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech :

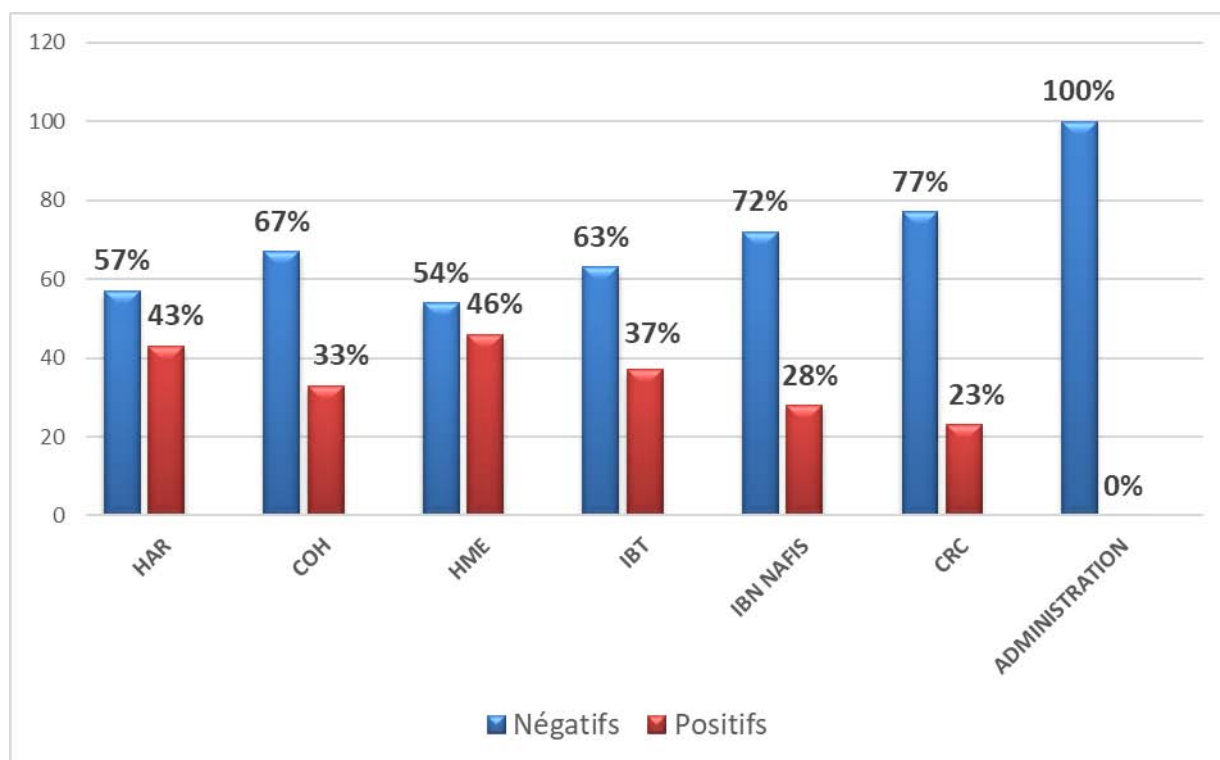
L'analyse de la séroprévalence de la COVID-19 chez le personnel médical selon le site d'affectation a permis de mettre en évidence une séroprévalence plus élevée chez les médecins de l'HME (53%), suivi de ceux de l'HAR (44%), ensuite ceux de l'hôpital IBT (37%), puis ceux de l'hôpital IBN NAFIS (36%), et du COH (30%).



**Figure (13) : Séroprévalence COVID-19 chez les médecins des hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech (n=136)**

## **6. Séroprévalence COVID-19 chez les infirmiers et les techniciens des hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech :**

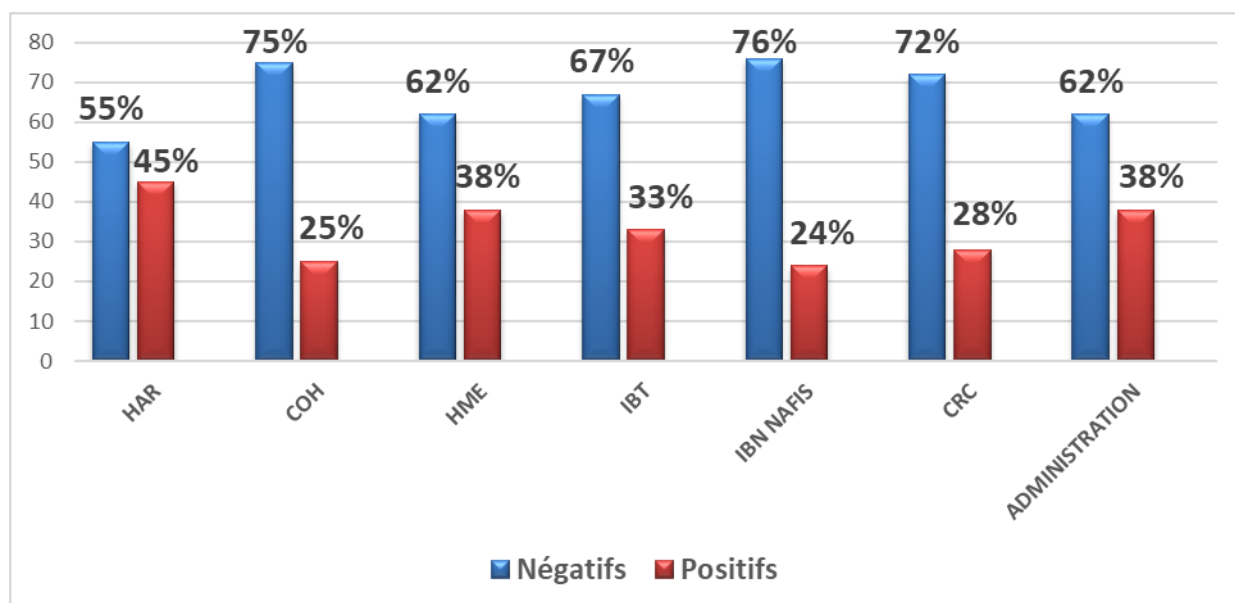
L'analyse de la séroprévalence de la COVID-19 chez le personnel para médical selon le site d'affectation a permis de mettre en évidence une prévalence plus élevée chez les infirmiers et les techniciens de l'HME (46%), suivi de ceux de l'HAR (43%), ensuite ceux de l'hôpital IBT (37%), puis ceux du COH (33%), de l'hôpital IBN NAFIS (28%), et ceux du CRC (23%).



**Figure (14) : Séroprévalence COVID-19 chez les infirmiers et les techniciens des hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech (n=168)**

**7. Séroprévalence COVID-19 chez les TS occupant le reste des secteurs (autres que les médecins, les infirmiers et les techniciens) des hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech :**

L'analyse de la séroprévalence de la COVID-19 chez le personnel administratif selon le site d'affectation a permis de mettre en évidence une prévalence plus élevée chez les TS de l'HAR (45%), suivi par ceux de l'HME et de l'administration (38% chacun), ensuite ceux de l'hôpital IBT (33%), puis ceux du CRC (28%), ceux du COH (25%), et en dernier par les TS de l'hôpital IBN NAFIS (24%).



**Figure (15) :** Séroprévalence COVID-19 chez les TS occupant le reste des secteurs (autres que les médecins, les infirmiers et les techniciens) des hôpitaux/structures du CHU Mohammed VI de Marrakech (n=41)

## 8. Répartition des séropositifs COVID-19 IgG selon l'index des IgG :

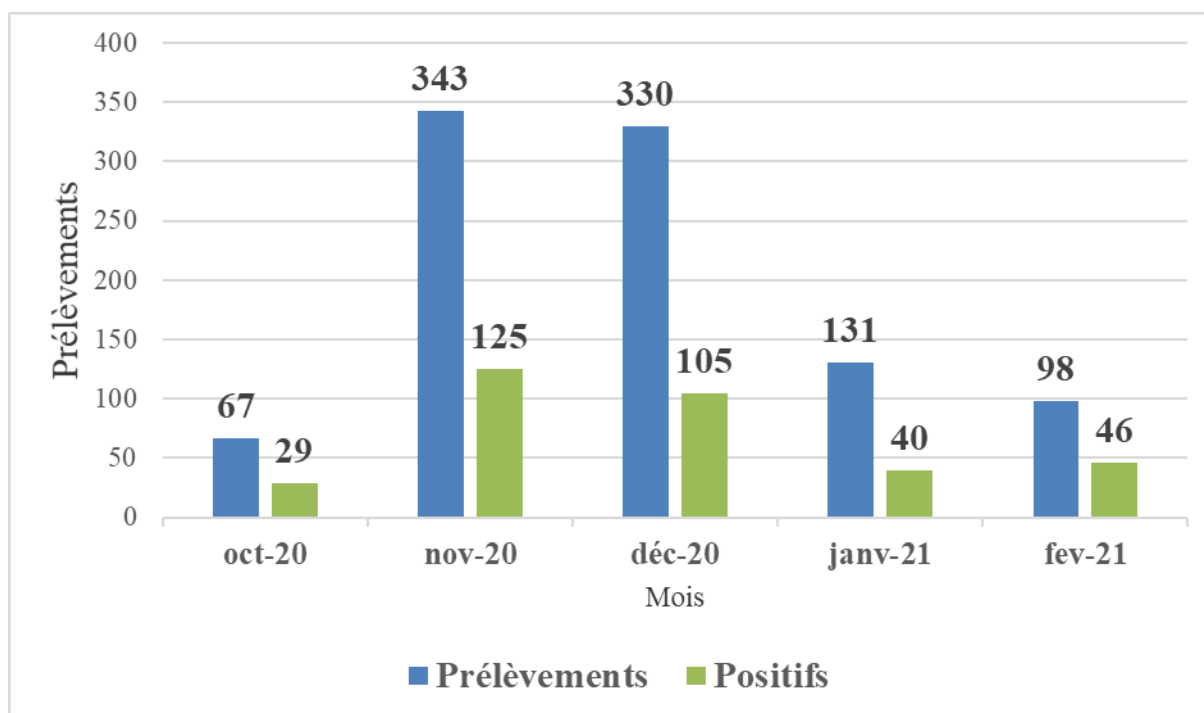
La moyenne des index des IgG des séropositifs de cette étude était de 4.49 avec des extrêmes de 1,4 et 10,56.

**Tableau (V) :** Index des IgG et leur médiane

|            |                  |
|------------|------------------|
| Population | N=345            |
| Index      | 4.49 [1,4-10,56] |

## 9. Séroprévalence mensuelle COVID-19 :

L'analyse de la séroprévalence mensuelle de la COVID-19 chez le personnel de santé a montré que la majorité des prélèvements ont été réalisés pendant le mois de novembre 2020 avec 343 prélèvements, suivi du mois de décembre 2020 (330 prélèvements), puis janvier 2021 (131 prélèvements), février 2021 (98 prélèvements) et octobre 2020 en dernier lieu (67 prélèvements) vu que le premier prélèvement a été réalisé le 20 octobre 2020.



**Figure (16) : Répartition des prélèvements et des séropositifs COVID-19 IgG selon la période des prélèvements**

La majorité des cas positifs ont été enregistrés pendant le mois de novembre 2020 avec 125 cas positifs sur 343 prélèvements réalisés le même mois , soit une prévalence de 36,44% , suivi du mois de décembre qui a enregistré 105 cas positifs sur 330 prélèvements , soit 31,81% , ensuite le mois de février 2021 avec 46 cas positifs sur 98 prélèvements soit une prévalence de 46,94 % , ensuite le mois de janvier 2021 avec 40 cas positifs sur 131 prélèvements , soit une prévalence 30,53% , et puis en dernier lieu le mois d'octobre 2020 qui a enregistré 29 cas positifs sur 67 prélèvements soit une prévalence de 43,28 % .



***DISCUSSION***



## **I. Généralités :**

### **1. Chronologie de la pandémie de COVID-19:**

En décembre 2019, des hôpitaux de la ville de Wuhan (province de Hubei, Chine) rapportèrent des cas de patients présentant une pneumonie d'allure virale d'étiologie indéterminée. (18)

Deux tiers d'entre eux avaient fréquenté le marché alimentaire Huanan de Wuhan durant les semaines précédentes.(18)

Fin décembre 2019, ce marché fut considéré comme étant la source de l'épidémie et fermé dès le lendemain.(18)

Le séquençage des acides nucléiques contenus dans les prélèvements respiratoires des patients permet alors, en quelques jours à peine, d'identifier une nouvelle souche de coronavirus (CoV) humain, différente des virus SARS-CoV responsables de l'épidémie de SARS en 2003 et de MERS-CoV évoluant depuis 2012 au Moyen-Orient. D'abord appelé 2019-nCoV, le virus est renommé SARSCoV-2 par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en raison de sa proximité phylogénétique avec le SARS-CoV, et la maladie qui en résulte est appelée COVID-19 pour Coronavirus Disease 2019. Dix jours plus tard, un premier patient décède de COVID-19.(18)

Mi-janvier 2020, le premier cas de COVID-19 à l'étranger est déclaré en Thaïlande chez un touriste chinois en provenance de Wuhan. Des cas de COVID-19 sont, par la suite, rapportés chez des individus n'ayant jamais fréquenté le marché de Wuhan, mais ayant été en contact avec les patients infectés, objectivant une transmission interhumaine.(18)

Fin janvier 2020, la ville de Wuhan est placée en quarantaine et l'OMS déclare que l'épidémie de COVID-19 constitue une urgence sanitaire de portée internationale.

Au cours du mois de février 2020, des foyers épidémiques se développent rapidement en Italie, en France, en Espagne, en Corée du Sud et en Iran, pour arriver, ensuite, en mars en Belgique.(18)

## 2. Caractères virologiques :

### 2.1. Classification et taxonomie :(19)

- Ordre : Nidovirales
- Famille : Coronaviridae
- Sous-famille : Orthocoronavirinae
- Genre : Betacoronavirus
- Espèce : SARS-CoV-2

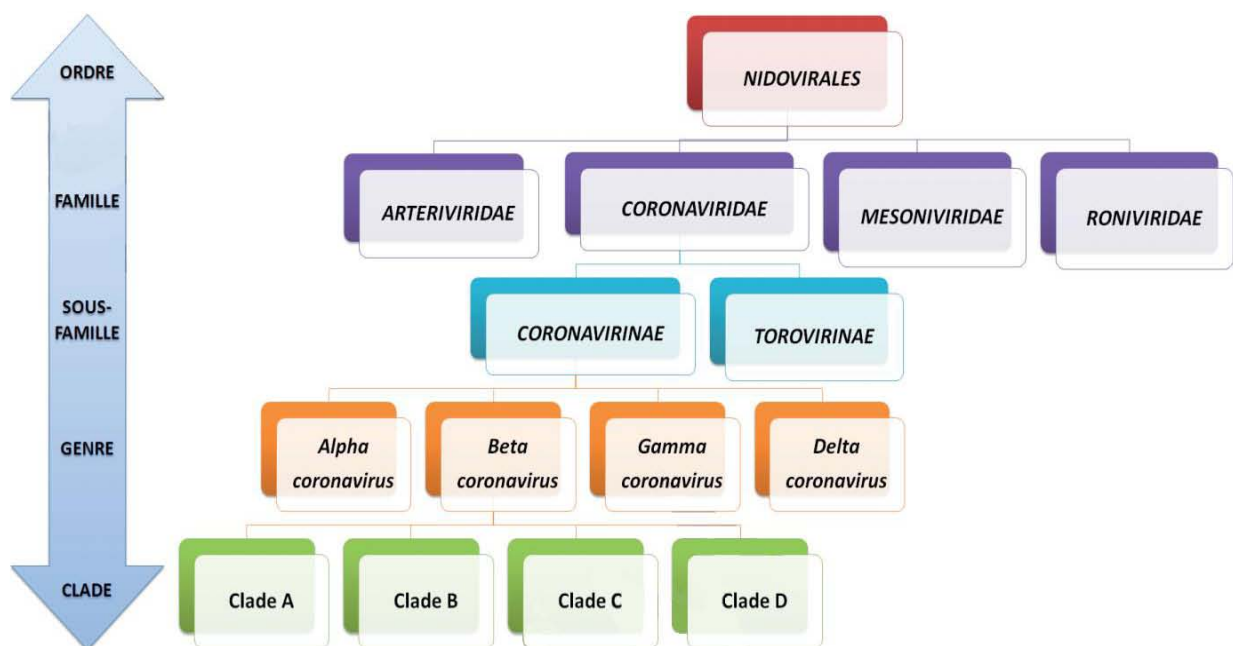
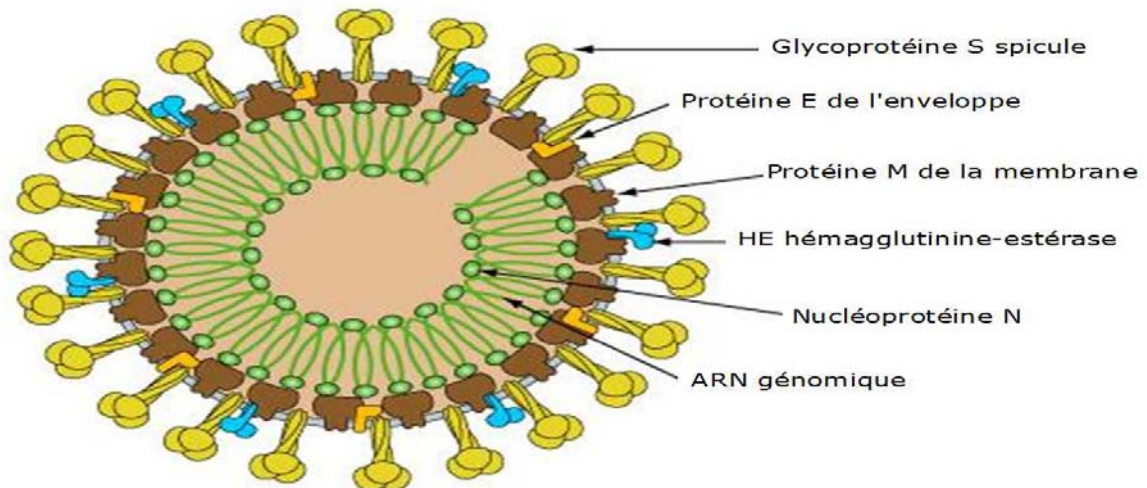


Figure (17) : Classification des coronavirus et taxonomie des coronavirus humains. (20)

### 2.2. Structure du virus :

Le virus du SARS-CoV-2 est un virus à ARN enveloppé avec un diamètre de 65 à 125 nm, il possède une capsidie icosaédrique à symétrie cubique.(21)



**Figure (18) : Structure du SARS-CoV-2 (22)**

**a. Génome :**

Le matériel génomique du SARS-CoV-2 est un acide ribonucléique (ARN) simple brin non segmenté à polarité positive, sa taille est d'environ 29.9 kilo bases (kb).(4)

Le génome viral comporte 14 trames de lecture (Open Reading Frame (ORF)) qui codent pour 27 protéines : Les ORF1a et ORF1b codent pour 16 protéines non structurales (NSP1-NSP16), qui forment le complexe de réplique-transcription (RTC). Les protéines structurales sont codées par les gènes S, M, E et N.(21)

**b. Protéines structurales :**

*b.1. Protéine S : (Spike)*

Il s'agit d'une glycoprotéine transmembranaire possédant la forme de spicule à la surface du virus, dont le poids moléculaire est de 150 kD. Elle est constituée de 3 chaînes peptidiques identiques faite chacune de 1273 acides aminés.(23)

Cette protéine est composée de 2 sous unités : S1 et S2, cette dernière permet la liaison avec les récepteurs des cellules cibles, et la fusion entre la membrane virale et la membrane cellulaire.(23)

***b.2. Protéine N : (Nucleocapsid)***

Située à l'intérieur de la capsid, elle entoure l'ARN pour former la nucléocapside qui joue un rôle primordial dans la réplication et la transcription.(23)

***b.3. Protéine M : (Membrane)***

La protéine M est la plus abondante sur la surface virale. Elle joue un rôle structural et dans l'organisation de l'assemblage.

Elle peut se lier aux autres protéines structurales : Liaison avec la protéine N permet de stabiliser le complexe ARN-protéine N.(21)

***b.4. Protéine E : (Envelop)***

C'est une petite protéine membranaire d'environ 76 à 109 acides aminés. Elle a un rôle dans l'assemblage et dans la perméabilité membranaire de la cellule hôte.(24)

**c. Protéines non structurales :**

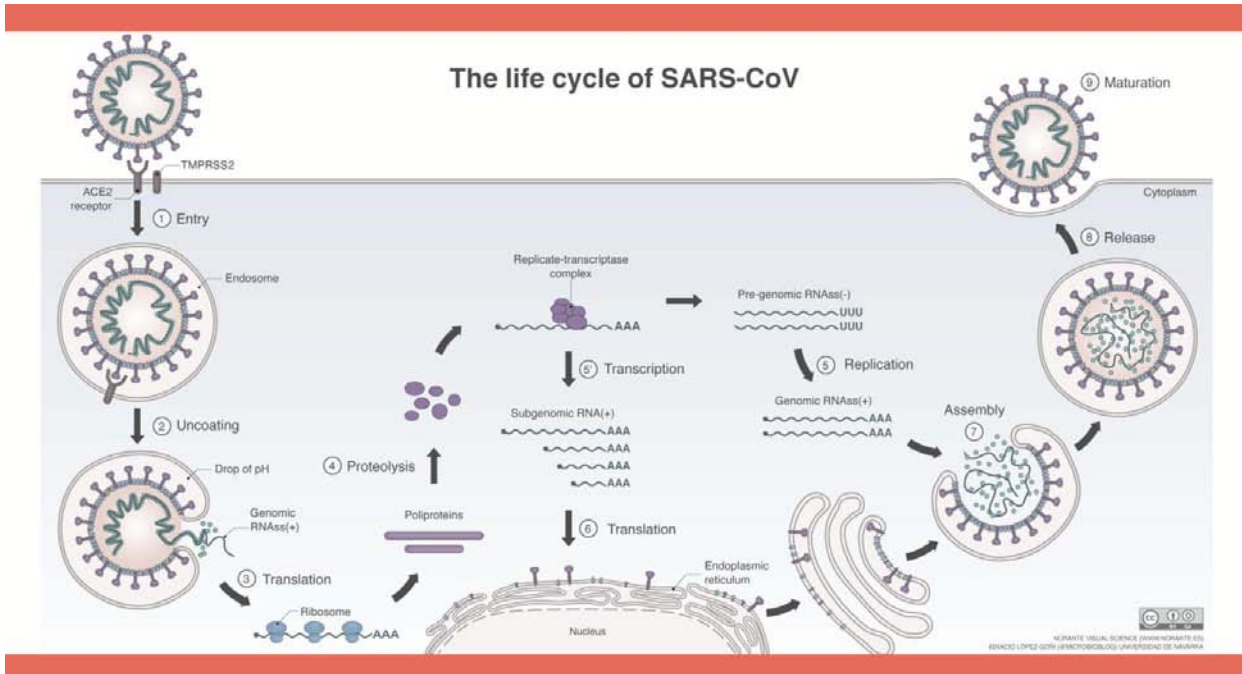
Les protéines non structurales ont un rôle important dans la synthèse du complexe de réplication-transcription (RTC) qui permet la multiplication du virus à l'intérieur des cellules cibles. Ces protéines sont codées par les trames de lecture ORF1a et ORF1b.(21)

**d. Protéines accessoires :**

Les protéines accessoires sont utilisées pour échapper à la réponse immunitaire. Par exemple le gène situé sur ORF3 peut inhiber la voie de signalisation de l'interféron et donc l'arrêt de l'inhibition de la réplication virale.(25)

### 3. Physiopathologie :

#### 3.1. Cycle infectieux :



**Figure (19) : Les étapes du cycle infectieux du SARS-CoV-2(26)**

#### a. Attachement et pénétration :

Le SARS-CoV-2 infecte initialement les cellules épithéliales bronchiques ciliées et les pneumocytes type II. Les particules virales se lient à un récepteur membranaire : angiotensinconvertant enzyme 2 (ACE2) via la protéine S.(27)

La protéine S se trouve initialement dans une conformation dite « pré-fusion », et va subir par la suite des réarrangements structuraux pour faciliter le processus de fusion de la membrane virale avec celle de la cellule hôte.(28)

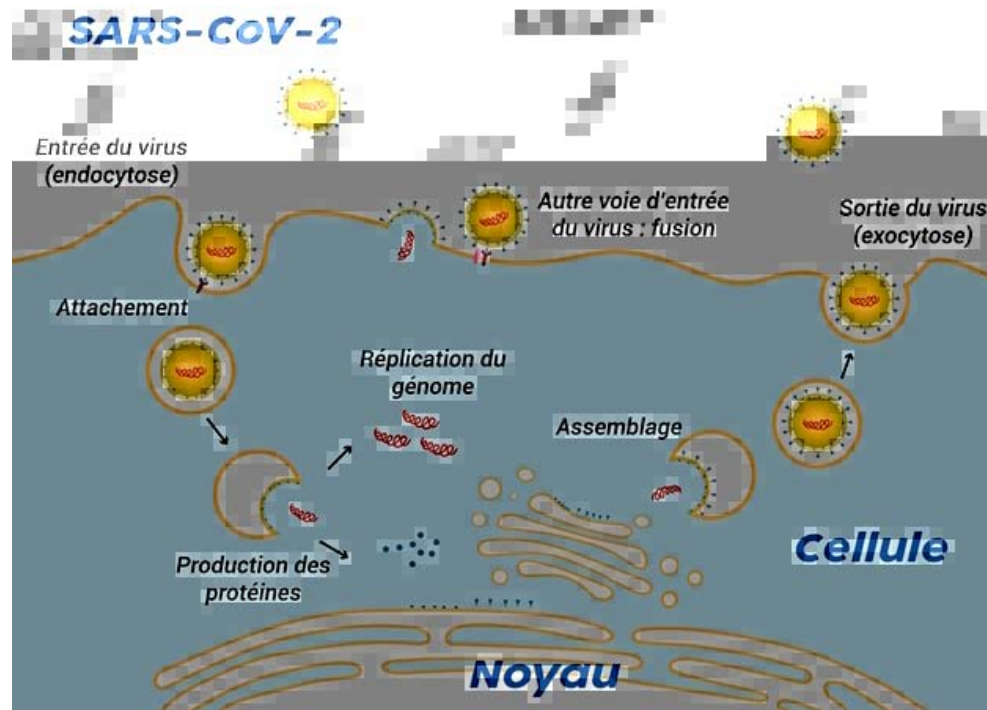


Figure (20) : Processus d'attachement et de fusion du SARS-CoV-2 aux cellules cibles (29)

L'affinité du SARS-CoV-2 aux récepteurs de l'ACE2 est supérieure 10 à 20 fois à celle du SARS-CoV.(30) Les récepteurs de l'ACE2 sont présents non seulement au tractus respiratoire, mais également au niveau de la muqueuse digestive, les cellules myocardiques, les cellules des tubules proximaux rénaux et l'urothélium vésical, ce qui peut expliquer les manifestations extra-pulmonaires au cours de l'infection au SARS-CoV-2.(31,32)

**b. Décapsidation :**

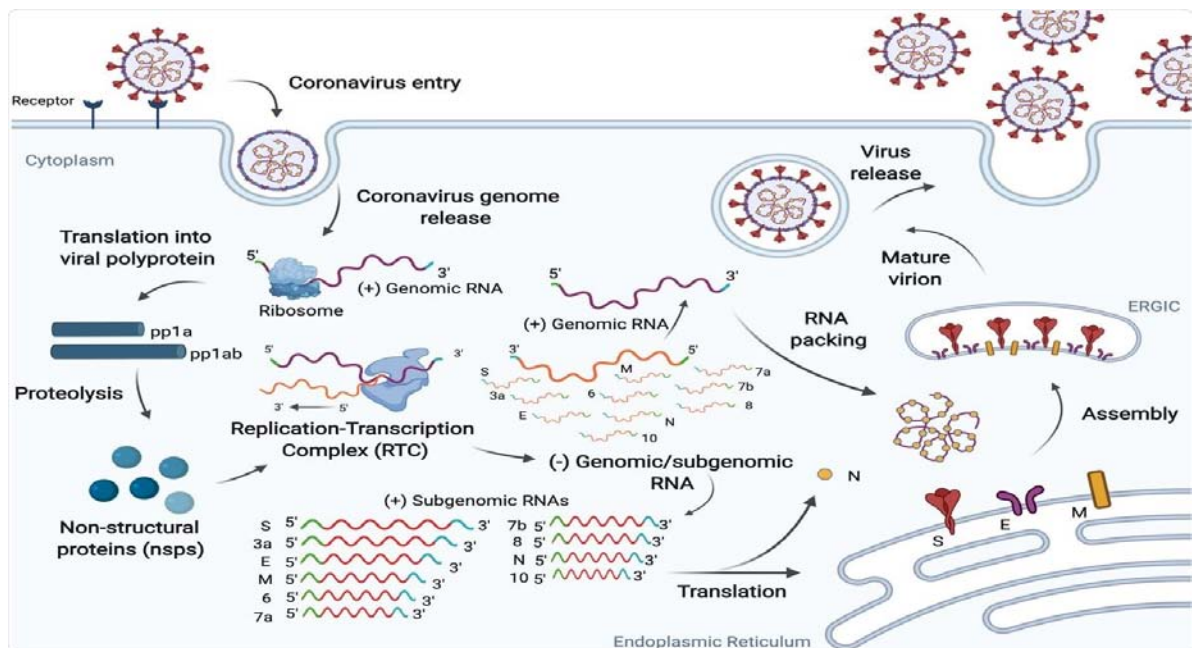
Une fois le SARS-CoV-2 est entré à l'intérieur de la cellule, le génome viral est libéré de sa capsid pour être répliqué et transcrit au niveau du cytoplasme.

**c. Expression et répllication du génome viral :**

Les gènes qui codent pour les protéines non structurales sont les premiers qui seront traduits pour former 2 polyprotéines : pp1a et pp1ab. Ces dernières vont être clivées pour former les 16 protéines non structurales (NSPs). Ces NSP constituent le complexe de répllication-transcription (RTC).

Durant la réplication, le RTC permet la production à partir de l'ARN viral de copies d'ARN à polarité négative, qui vont être utilisés elles même comme modèle pour générer un génome à ARN à polarité positive.

En parallèle, Il y aura la production de l'ARN subgénomique, qui permettra par la suite la traduction des protéines structurales (S, M, N et E) et accessoires.(33)



**Figure (21) :** Processus de réplication et de transcription du SARS-CoV-2 (34)

#### **d. Maturation, assemblage et libération :**

Les protéines structurales et accessoires seront isolées au niveau du réticulum endoplasmique.

L'ARN génomique s'associe à la protéine N pour former la nucléocapside. Les particules virales sont assemblées et excrétées de la cellule via le réticulum endoplasmique rugueux (RER) et dans l'appareil de Golgi par exocytose. (33)

#### **3.2. Réponse immunitaire de l'hôte :**

La réponse immunitaire face au SARS-CoV-2 est très proche de celle du SARS-CoV. Elle se fait par l'intermédiaire des cytokines.(35)

L'entrée du virus à l'intérieur de la cellule hôte va déclencher la réponse immunitaire, qui se fait initialement via l'immunité innée à travers les cellules présentatrices d'antigènes (CPA) [Macrophages, cellules dendritiques].(27,36)

D'autre part, Les CPA activées par les cytokines, expriment l'antigène du SARS-CoV-2 aux lymphocytes pour reconnaître le virus et le détruire. Les lymphocytes T cytotoxiques (principalement CD8) éliminent les cellules infectées, alors que les lymphocytes T (CD4) stimulent la réponse humorale via les lymphocytes B pour produire des anticorps spécifiques pouvant arrêter la propagation du virus. (27,32,37)

L'infection au SARS2-CoV-2 va produire 2 types d'Immunoglobulines : des IgM spécifiques qui durent 12 semaines, et des IgG d'une durée plus longue. En plus, l'exposition au virus permet la synthèse des cellules mémoires CD4 et CD8 qui peuvent durer jusqu'à 4 ans.(38)

## **II. Diagnostic virologique de la COVID-19 :**

Un cas suspect cliniquement de COVID-19 doit faire l'objet d'une confirmation virologique.

Le diagnostic virologique permet :

1. De confirmer le diagnostic afin d'arrêter la propagation du virus ;
2. Une meilleure et adéquate prise en charge selon la forme clinique ;
3. Une surveillance médicale ;
4. L'éviction de prise médicamenteuse inutile.

Parmi les tests diagnostiques qui permettent de confirmer la COVID-19, la réaction de transcription inverse suivie d'une réaction de polymérisation en chaîne quantitative en temps réel (RT-qPCR), et le test de diagnostic rapide basé sur la détection de l'antigène spécifique du SARS-CoV-2 sont deux méthodes utilisées dans la phase précoce des manifestations infectieuses. Les tests de détection des anticorps sériques (ELISA et test de flux latéral) sont utilisés dans la phase ultérieure et après la guérison.

## 1. RT-PCR(39) :

C'est la technique de référence pour le diagnostic du COVID 19, réalisée à l'aide d'écouvillons nasopharyngé ou d'autres échantillons (aspiration nasopharyngé, expectoration, LBA, aspiration bronchique, salive).

### 1.1. Étape pré-analytique :

Selon les recommandations de l'OMS, la manipulation des prélèvements microbiologiques d'un patient suspect de COVID-19 peut se réaliser dans un laboratoire de sécurité biologique de niveau 2 en respectant les bonnes pratiques de travail, surtout lors des manipulations pouvant entraîner accidentellement des aérosols, en mettant à disposition une conduite à tenir en cas d'incident. La culture du virus doit se faire dans un laboratoire de sécurité biologique de niveau 3(39).

#### a. **Prélèvement :**

Actuellement, le diagnostic spécifique de COVID-19 est réalisé par une RT-PCR spécifique sur un écouvillonnage nasopharyngé.

Tout d'abord, il faut suivre les mesures de prévention de contamination lorsque des échantillons sont prélevés sur un cas suspect.

L'examineur doit porter des gants, un masque respiratoire FFP2/N95, une blouse et des lunettes de protection ou une visière protectrice.

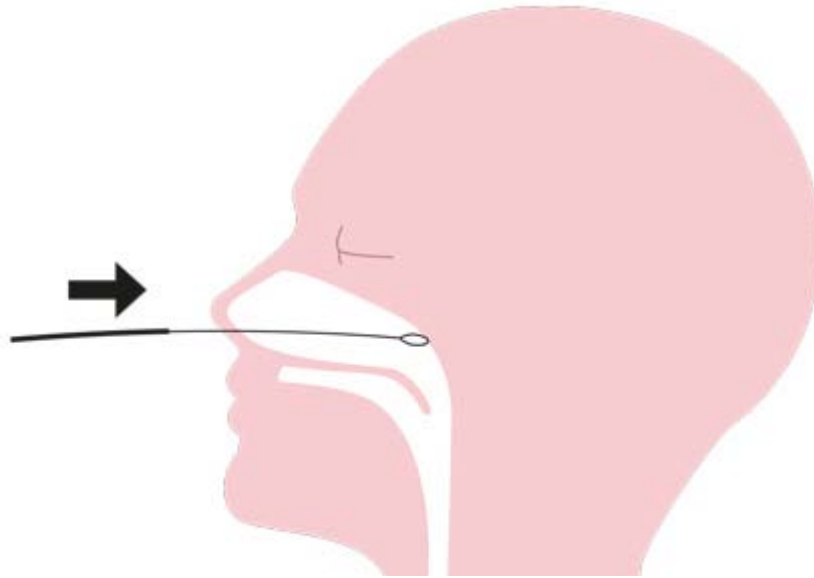
Le patient doit être coopératif, il doit être assis dans une position détendue et confortable pendant le prélèvement de l'échantillon.

Il faut demander au patient de se moucher d'abord, et de placer la tête légèrement en arrière (Figure 22).

Il faut soutenir la tête avec la main non dominante, ou l'appuyer contre le mur afin minimiser les mouvements subis incontrôlés pendant la prise d'échantillon.

Il faut se tenir debout légèrement en décale par rapport au patient pour éviter le risque de contamination en cas de toux ou d'éternuement soudain.

Informez le patient de la gêne potentielle pendant le prélèvement de l'échantillon.



**Figure 22 : Prélèvement nasopharyngé(40)**

Dans la mesure du possible, les échantillons doivent d'abord être prélevés dans les trois jours suivant l'apparition des symptômes chez les patients répondant à la définition de cas ; seuls des écouvillons stériles en coton, en polyester ou en nylon (écouvillons floques) avec tige en plastique souple doivent être utilisés (ne pas perdre de vue que les matériaux constituant des écouvillons non conformes peuvent inactiver les particules virales ou inhiber les tests PCR).

Les échantillons collectés peuvent être mis au réfrigérateur à 4°C pendant un maximum de 3 jours et être traités par le laboratoire dans ce laps de temps trois jours. L'idéal est toutefois d'analyser l'échantillon aussi tôt que possible après le prélèvement.

**b. Acheminement :**

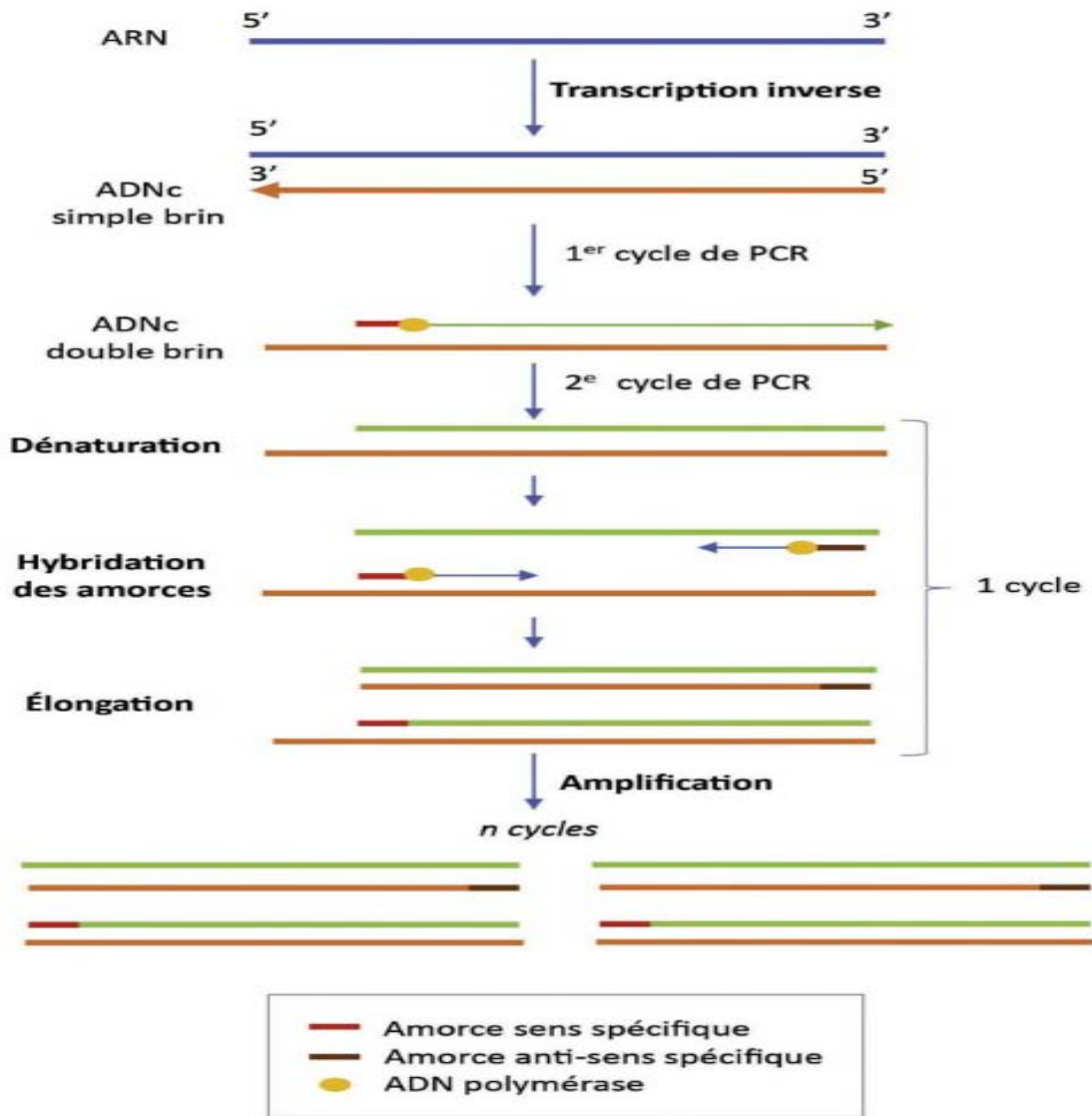
Le clinicien doit informer le laboratoire de la suspicion d'infection COVID-19. Les échantillons respiratoires sont adressés au laboratoire par un transporteur en utilisant un conditionnement de catégorie B (norme UN 3373) /triple emballage (tube - contenant rigide à visser - Biotainer rigide UN 3373).

Ne pas utiliser de pneumatique.

### **1.2. Etude analytique :**

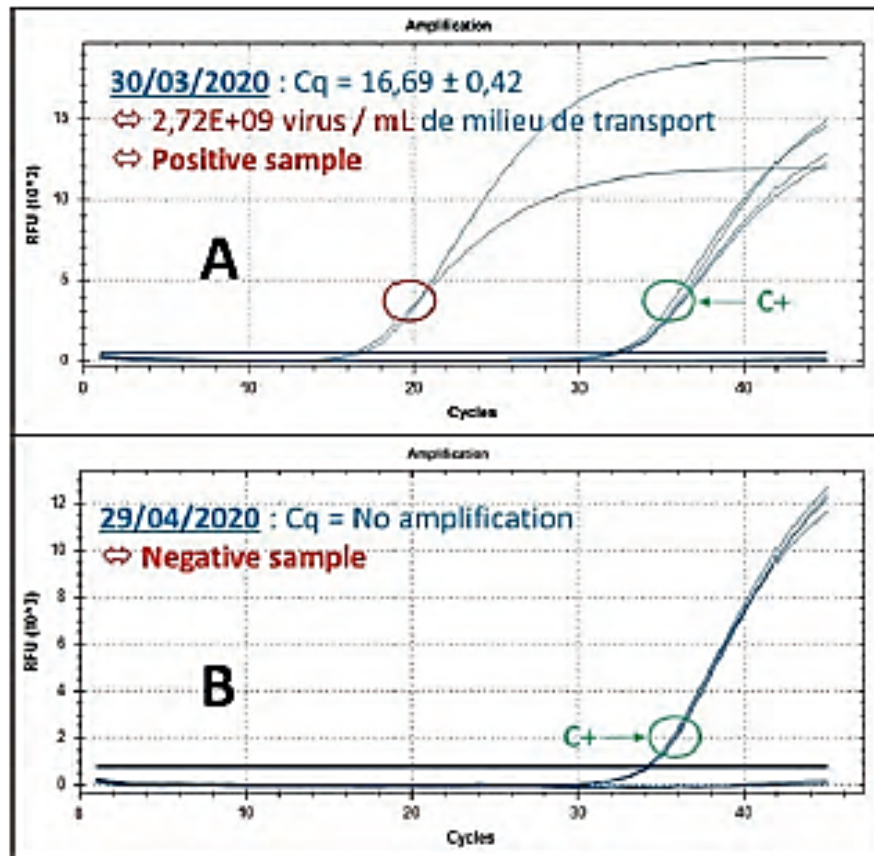
La détection du génome viral (ARN) dans les voies aériennes supérieures (le nasopharynx ou l'oropharynx) est l'un des piliers du diagnostic de l'infection provoquée par SARS-CoV-2. Elle se fait concrètement en analysant la présence du virus au sein d'un écouvillon nasopharyngé prélevé chez un patient suspect.

La première étape de la RT-PCR consiste à rétrotranscrire l'ARN du SARS-CoV-2 en ADN complémentaire ou ADNc qui sera la suite amplifié. Cette étape est assurée par une ADN-polymérase-ARN-dépendante qui synthétise le brin d'ADNc simple brin à partir de la matrice ARN. Le second brin est synthétisé grâce à une amorce et une ADN polymérase. Cette étape est suivie par la dénaturation qui consiste à chauffer l'échantillon pendant 10 à 15 minutes à une température de 95°C, ce qui permet une séparation des deux brins de l'ADNc. L'hybridation consiste la troisième étape de ce processus qui se déroule à une température comprise entre 50 et 60°C, les amorces sont de courtes séquence ADN qui se fixent spécifiquement à l'ADN à amplifier. Les amorces fonctionnent par paires (un sens 5'-3' servira de base pour l'élongation du brin anti-sens et un anti-sens 3'-5' servira de base pour l'élongation du brin sens 5'-3'). La dernière étape consiste en l'élongation réalisée par la Taq polymérase active à une température de 72°C, qui permet en se fixant à l'amorce de synthétiser un brin d'ADN complémentaire à la matrice grâce aux désoxyribonucléotides disponibles dans le milieu. Après cette étape, le cycle reprend du début. Les cycles se succèdent jusqu'à que la quantité d'amplicon est suffisamment importante pour être détecté (Figure 23)



**Figure 23 : Les étapes de la RT-PCR(41)**

Au laboratoire, nous utilisons le «protocole de Berlin» qui a été développé et mis à disposition dans le monde entier en mi-janvier 2020 par le professeur Christian Drosten, directeur de l'Institut de virologie de l'hôpital de la Charité à Berlin. Ce test cible le gène E et RdRp du SARS-CoV-2. La RT-qPCR permet de quantifier la charge virale dans un échantillon et de mesurer l'évolution au cours du temps (Figure 24).



**Figure 24 :** Résultat RT-PCR sur le gène E du SARS-CoV-2: A, test positif (Ct = 20) ; B, test négatif (absence de fluorescence)(42)

Le Ct est le nombre de cycles de répllication nécessaires pour produire un signal fluorescent, avec des valeurs de Ct plus faibles représentant des charges d'ARN viral plus élevées. Une valeur Ct inférieure à 40 est cliniquement rapportée comme positive à la PCR. Cette positivité commence à décliner à la semaine 3 et devient par la suite indétectable. Cependant, les valeurs Ct obtenues chez les patients gravement malades hospitalisés sont inférieures aux valeurs Ct des cas bénins, et la positivité de la RT-PCR peut persister au-delà de 3 semaines après le début de la maladie, lorsque la plupart des cas bénins donneront un résultat négatif.

Cependant, un résultat de RT-PCR « positif » ne reflète que la détection de l'ARN viral et n'indique pas nécessairement la présence d'un virus viable.

Bien que la spécificité de la RT-PCR pour le diagnostic de la COVID-19 soit élevée, sa sensibilité dépend largement du type d'échantillon, du moment du prélèvement, de la technique

d'échantillonnage et de la qualité du test et de l'équipe de test. Ce résultat doit donc être interprété à la lumière de l'ensemble des résultats : trop précoce ou trop tardif, il peut ne pas être informatif parce que le patient est dans la phase pré-symptomatique dans le premier cas, ou déjà en voie de guérison dans le second cas, avec dans ces deux cas une charge virale indétectable ». Celle-ci est notoirement plus élevée la veille et les premiers jours de l'apparition des symptômes. Notamment qu'un échantillonnage inapproprié peut, en partie, expliquer des résultats qualifiés de «PCR faux négatif» (jusqu'à ~30% dans certaines séries). Chez la plupart des personnes présentant une infection symptomatique au COVID-19, l'ARN viral dans l'écouvillon nasopharyngé tel que mesuré par le seuil de cycle (Ct) devient détectable dès le premier jour des symptômes et atteint un pic dans la première semaine de l'apparition des symptômes.

## **2. Tests sérologiques(43-48) :**

Des tests immunologiques permettent de mesurer des anticorps (IgM et IgG circulants) de patients atteints de COVID. On distingue les tests dit tests ELISA, Les dosages immunologiques par chimiluminescence (CLIA) et les tests immuno-chromatographiques. Ces derniers incluent les tests rapides de détection d'anticorps et les tests rapides de détection d'antigène.

### **2.1. ELISA :**

C'est une technique immuno-enzymatique de détection qui se fait en laboratoire et qui permet de visualiser une réaction antigène-anticorps grâce à une réaction colorée produite par l'action sur un substrat d'une enzyme préalablement fixée à l'anticorps.

L'utilisation d'anticorps monoclonaux rend la détection spécifique et la réalisation d'une gamme en parallèle (droite de référence réalisée en diluant de manière sériée avec un contrôle positif) permet de quantifier les anticorps du patient présents dans le sang.

Une réaction enzymatique rend toutefois cette technique dépendante de la température, du pH et de l'éclairement.

Concrètement, l'ELISA nécessite la réalisation de différentes étapes successives :

- L'antigène spécifique du virus SARS-CoV-2 (la protéine N contenue dans la nucléocapside virale ou le récepteur de liaison du virus dit RBD (Receptor Binding Domain) est fixé dans le fond d'un puit d'une plaque 96 puits (« coating ») ;
- Les anticorps présents dans l'échantillon de plasma du patient vont se fixer spécifiquement sur l'antigène ;
- Un anticorps de détection va ensuite fixer les anticorps humains à doser ;
- Ces anticorps de détection sont couplés à une enzyme qui en présence de son substrat le transforme en produit de réaction détectable et mesurable grâce à l'apparition d'une coloration ;
- L'intensité de celle-ci est proportionnelle à la quantité d'enzyme présent et donc à la concentration d'anticorps recherché.

## **2.2. Test immunologique par chimiluminescence (CLIA)(49) :**

Les dosages immunologiques par chimiluminescence (CLIA) sont des dosages quantitatifs de détection d'anticorps sérologiques, qui ont une sensibilité et une spécificité élevées. La détection continue des concentrations d'anticorps pourrait être utilisée pour évaluer la progression des cas de COVID-19.

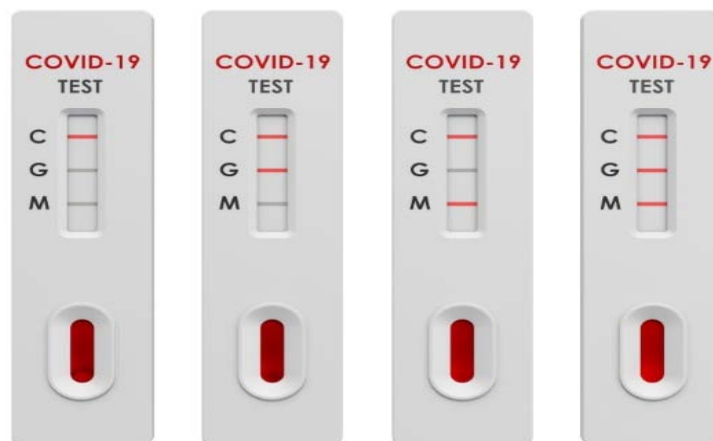
Le dosage immunologique par chimiluminescence (CLIA) est considéré comme un dosage d'anticorps qualitatif qui détecte les anticorps de liaison aux antigènes viraux, similaire au principe d'un ELISA. Le test repose sur le mélange d'échantillons de patients avec une protéine virale connue, des réactifs tampons et des anticorps spécifiques marqués par une enzyme qui permettent une lecture lumineuse basée sur la lumière. La réaction chimiluminescente résultante est mesurée en unités de lumière relative (RLU). Il existe une relation directe entre la quantité d'IgM/G anti-SARS-CoV-2 dans l'échantillon et les RLU détectées par le système. Les résultats sont déterminés via une courbe d'étalonnage, qui est un instrument généré spécifiquement par l'étalonnage en 2 points et une courbe maîtresse fournie via le code QR du réactif.

### 2.3. Test rapide de détection d'anticorps :

Le test rapide pour le diagnostic du SRAS-CoV-2 permet une détection qualitative des IgG et/ou des IgM dans le sérum, le sang total ou le plasma humains en 10 à 15 minutes environ.

Les tests rapides sont basés sur le principe de l'immunochromatographie à flux latéral et sont disponibles sous forme de cassette.

Le test est basé sur la séparation des composants d'un mélange à travers un milieu en utilisant la force capillaire et la liaison spécifique et rapide d'un anticorps à son antigène.



**Figure 25 :** Détection qualitative des IgG et des IgM du SARS-CoV-2 (Test sérologique rapide)(50)

Pour être validé, ce test doit présenter une ligne positive pour le contrôle (C)

**Tableau (VI) :** Interprétation des résultats des tests sérologique rapides(50)

| Resultats   | Interprétation   |
|-------------|--|
| IgM+ / IgG+ | Infection récente au SARS-CoV-2  |
| IgM+ / IgG- | Infection récente au SARS-CoV-2  |
| IgM- / IgG+ | Infection antérieure au SARS-CoV-2   |
| IgM- / IgG- | Pas d'infection ou pas d'anticorps détectables pendant le début de l'infection |

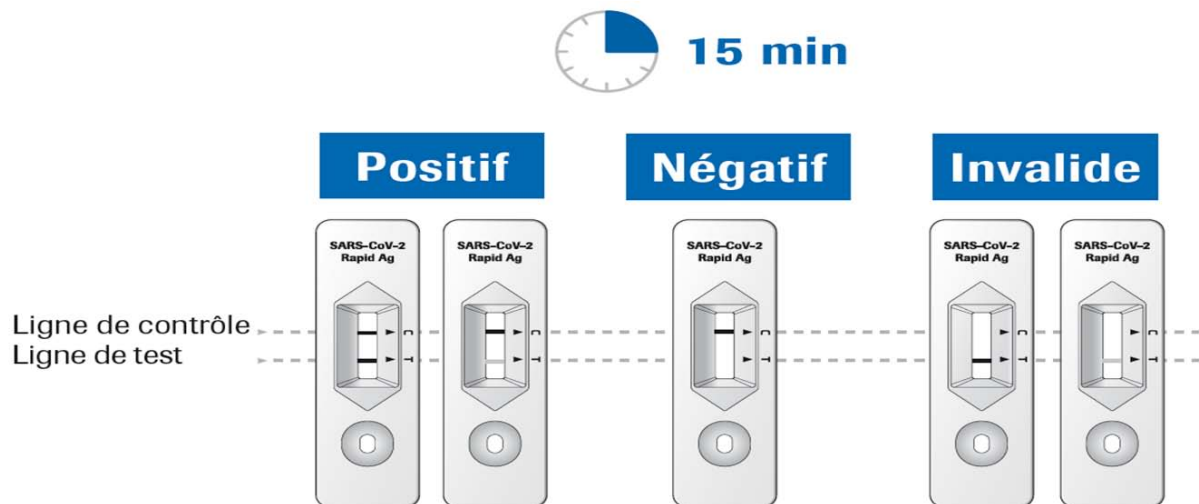
Ces tests sérologiques rapides présentent certaines limites :

- Il faut utiliser des échantillons frais chaque fois que possible. Les échantillons congelés et décongelés (surtout à plusieurs reprises) contiennent des particules qui peuvent bloquer la membrane. Cela ralentit l'écoulement des réactifs et peut conduire à une couleur de fond élevée, ce qui rend l'interprétation des résultats difficile.

- Les performances optimales du test nécessitent le strict respect de la procédure de test décrite dans la notice du fabricant. Des écarts peuvent conduire à des résultats incorrects.
- Un résultat négatif pour un individu indique l'absence d'anticorps anti-COVID-19 détectables. Cependant, un résultat de test négatif peut se produire si la quantité d'anticorps anti-COVID-19 présents dans l'échantillon est inférieure aux limites de détection du test, ou si les anticorps à détecter ne sont pas présents au stade de la maladie dans lequel un échantillon est collecté.
- Certains échantillons contenant un titre anormalement élevé d'anticorps hétérophiles ou de facteur rhumatoïde peuvent affecter les résultats attendus.
- Comme pour tous les tests de diagnostic, un diagnostic clinique définitif ne doit pas être basé sur le résultat d'un seul test mais doit être effectué par le médecin uniquement après que toutes les conclusions cliniques et de laboratoire ont été évaluées.

#### **2.4. Les tests rapides de détection des antigènes du virus SARS-CoV-2 :**

Le principe repose en général sur l'immunochromatographie avec une lecture qui peut être soit manuelle soit automatisée. Leur principal avantage est le délai de rendu des résultats (environ 10-15 minutes). Cependant, avec une sensibilité de moins de 70 %, les performances de certains tests de détection d'antigène sont inférieures à celles de la PCR. Ces tests peuvent être néanmoins envisagés dans une stratégie de dépistage des individus contagieux (avec une excrétion virale importante) et pour diagnostiquer plus tôt les clusters(51).

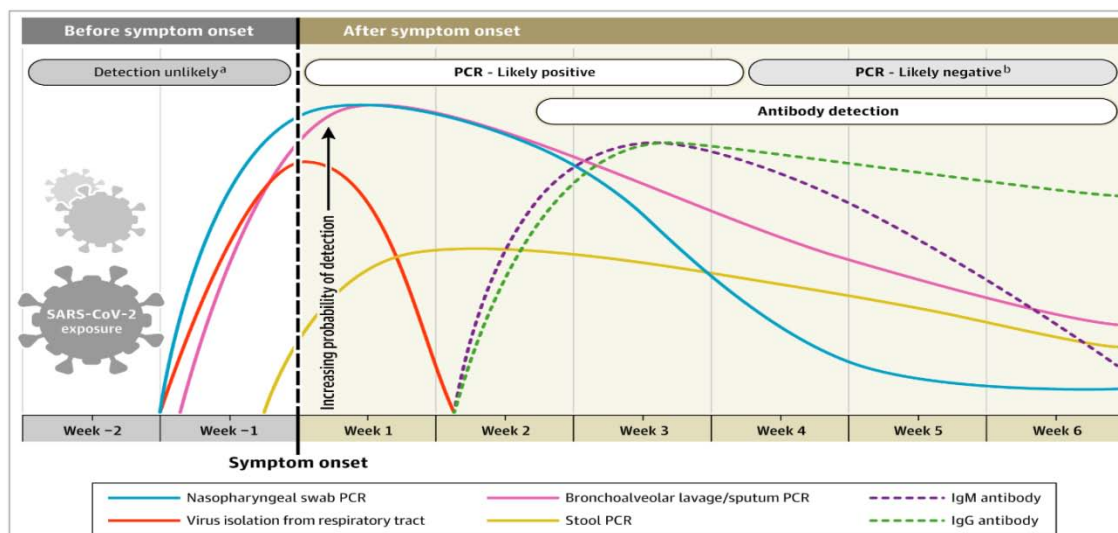


**Figure 26 : Test antigénique rapide et son interprétation(52)**

### 2.5. L'évolution des AC :

Les SARS-CoV-2 stimulent une réponse immunitaire. Dans la phase précoce de la maladie, la cinétique de production des Ac anti SARS-CoV-2 a été essentiellement documentée par la détection des IgG et des IgM. Il a été cependant montré dans quelques études que la détection des IgA est contemporaine à celle des IgM, en moyenne 5 jours après l'apparition des signes cliniques (3 à 6 jours), avec un taux de séroconversion de 90 % à 100% de J 15 à J 21(45,53). La détection des IgM et des IgG est observée entre J5 et J14 après le début des signes cliniques avec un délai médian de 5 à 12 jours pour les IgM et 14 jours pour les IgG et les IgA(53,54).

La réponse humorale semble limitée dans le temps avec la baisse du titre des Ac de type IgG et des Ac neutralisants observés 2 à 3 mois après l'infection, ceci est observé plus spécifiquement chez des personnes ayant présenté des formes asymptomatiques ou paucisymptomatiques(53,55,56). Toutefois, le titre en anticorps est très variable d'un patient à l'autre. Les patients d'âge moyen ou très âgés ont des taux plasmatiques significativement plus élevés que les patients jeunes. A l'inverse, le taux d'anticorps est généralement élevé chez les patients ayant présenté un COVID sévère mais leur caractère neutralisant n'est pas fréquemment évalué.



**Figure 27:** Cinétique des marqueurs virologiques au cours de l'infection à SARS-CoV-2(56)

### III. Discussion des résultats :

Fin décembre 2019, une épidémie sans précédent de maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) causée par le coronavirus SRAS 2 (SARS-CoV-2) à Wuhan est devenue l'urgence sanitaire la plus difficile. Depuis sa propagation rapide en Chine et dans de nombreux autres pays, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a déclaré la COVID-19 comme urgence de santé publique de portée internationale (USPPI) le 30 janvier 2020 et pandémie le 11 mars 2020(57).

L'interruption de sa transmission pour éviter une transmission communautaire généralisée est essentielle car ses effets vont au-delà du nombre de cas et de décès de COVID-19 et affectent la capacité du système de santé à fournir d'autres services essentiels.

Des tests sérologiques précis et à grande échelle qui incluent la détection d'anticorps neutralisants sont essentiels pour évaluer la propagation de l'infection dans la communauté.

Dans ce contexte, nous avons essayé à travers ce travail d'estimer la prévalence de la COVID-19 chez les travailleurs de santé du CHU Mohammed VI de Marrakech, de comparer les résultats obtenus avec ceux des autres études réalisées dans différentes structures sanitaires dans le reste du monde pour pouvoir trouver les éventuels facteurs de risque associés à l'infection des personnels de santé.

## 1. Séroprévalence COVID-19 selon les caractéristiques des TS :

Dans cette étude, la séropositivité COVID-19 IgG était de 35,60% parmi les 969 travailleurs de santé testés.

Ce résultat est similaire à celui obtenu par Racine-Brzostek et al.(58) qui ont rapporté un taux de séroprévalence de 35,4% parmi 2 274 travailleurs de santé testés dans un hôpital de New York (NYC) au début de la pandémie aux États-Unis, et à celui obtenu par Grant et al(59) qui ont rapporté un taux de séroprévalence de 31,64% parmi 2 004 travailleurs de santé testés dans une Organisation de soins intégrés à Londres.

Un taux important a été également obtenu par Sydney et al.(60) qui ont rapporté une séroprévalence de 19% parmi 1 700 travailleurs de santé testés dans Le Jacobi Medical Center, l'un des 11 établissements de soins de courte durée du système hospitalier municipal de New York situé dans le Bronx.

D'autre part, dans une étude menée dans les hôpitaux de la région de la capitale du Danemark, Iversen Kasper et al.(61) ont rapporté un taux de séroprévalence de 4,04% parmi les 28 792 travailleurs de santé testés lors de cette étude.

Une étude menée par Xu et al.(62) dans plusieurs régions de la Chine (Wuhan, Hubei-Jingzhou/Honghu, Hubei-Chongqing-Canton, Guangdong) pendant la période allant du 30 mars 2020 au 10 avril 2020 a mis en évidence un taux de séroprévalence de 1,8% parmi les 4384 travailleurs de santé testés.

De même, Brant-Zawadzki et al.(63) ont rapporté un taux de séroprévalence de 1,06% chez 2 924 travailleurs de santé testés lors d'une étude menée en Californie au niveau de 2 principaux campus hospitaliers, 9 centres de santé , 13 lieux de soins d'urgence et d'autres installations cliniques et administratives dans un rayon d'environ 20 miles.

**Tableau (VII) : Comparaison des taux de séroprévalence COVID-19**

| Etude                      | Lieu            | Durée  | Nombre total | IgG+ | Taux de Séroprévalence |
|----------------------------|-----------------|--|--------------|------|------------------------|
| Notre étude                | Marrakech       | Entre le 20 octobre 2020 et le 22 février 2021 | 969          | 345  | 35,6%                  |
| Racine-Brzostek et al.(58) | New York        | Entre le 17 avril 2020 et le 7 mai 2020        | 2274         | 805  | 35,4%                  |
| Grant et al(59)            | Londres         | Entre mai et juin 2020                         | 2004         | 634  | 31,64%                 |
| Sydney et al.(60)          | Bronx, New York | Entre le 28 avril et le 4 mai 2020             | 1700         | 327  | 19%                    |
| Iversen Kasper et al.(61)  | Danemark        | Entre le 15 et le 23 avril 2020                | 28792        | 1163 | 4,04%                  |
| Xu et al.(62)              | Chine           | Entre le 30 mars 2020 et le 10 avril 2020      | 4384         | 81   | 1,8%                   |
| Brant-Zawadzki et al.(63)  | Californie      | Entre mai et juin 2020                         | 2 924        | 31   | 1,06%                  |

**1.1. Sexe :**

Concernant le sexe, la séroprévalence COVID-19 IgG était plus élevée chez les professionnels de santé de sexe féminin (37,61%) comparativement à ceux de sexe masculin (32,75%).

Un résultat semblable a été rapporté par Racine-Brzostek et al.(58) à New York, avec une séroprévalence chez le sexe féminin de 36%, et de 34,5% chez le sexe masculin.

L'étude réalisée par Garcia-Basteiro et al.(64) entre le 28 mars 2020 et le 09 avril 2020 dans l'Hôpital Clínic de Barcelone (HCB), l'un des centres de référence en Espagne pour le diagnostic et le traitement de la maladie COVID-19, rapporte un taux de séroprévalence de 9,8% chez les professionnels de santé de sexe féminin, contre 8% chez ceux de sexe masculin.

D'autre part, une étude menée par Moscola et al.(65) entre le 20 avril 2020 et 26 juin 2020 à Le Northwell Health System, le plus important des réseaux de soins intégrés de l'état de New York, a rapporté un taux de séroprévalence de 13,8% chez les travailleurs de santé de sexe masculin, et de 13,7% chez ceux de sexe féminin.

Une étude élaborée par et Jeremias al.(66) entre le 1<sup>er</sup> mars 2020 et le 30 avril 2020 dans l'Hôpital Communautaire Tertiaire à Roslyn dans l'état de New York, a rapporté un taux de séroprévalence de 11,1% chez les professionnels de santé de sexe masculin, et de 9,4% chez ceux de sexe féminin.

L'étude menée par Iversen Kasper et al.(61) rapporte un taux de séroprévalence de 5,44% chez TS de sexe masculin, et de 3,66% chez les TS de sexe de féminin.

**Tableau (VIII) : Comparaison des taux de la séroprévalence en fonction du sexe**

| Etude                      | Lieu             | Nombre total | IgG+          |              | Taux de séroprévalence |              |
|----------------------------|------------------|--------------|---------------|--------------|------------------------|--------------|
|                            |                  |              | Sexe masculin | Sexe féminin | Sexe masculin          | Sexe féminin |
| Notre étude                | Marrakech        | 969          | 131/400       | 214/569      | 32,75%                 | 37,61%       |
| Racine-Brzostek et al.(58) | New York         | 2 274        | 288/834       | 517/1440     | 34,5%                  | 36%          |
| Garcia-Basteiro et al.(64) | Espagne          | 578          | 13/161        | 41/417       | 8%                     | 9,8%         |
| Moscola et al.(65)         | New York         | 40 329       | 1 461/10 604  | 4 062/29 725 | 13,8%                  | 13,7%        |
| Jeremias et al.(66)        | Roslyn, New York | 1 699        | 49/440        | 118/1 259    | 11,1%                  | 9,4%         |
| Iversen Kasper et al.(61)  | Danemark         | 28 792       | 331/6 077     | 832/22 715   | 5,44%                  | 3,66%        |

### 1.2. Age :

Dans notre étude, l'âge moyen des travailleurs de santé ayant des IgG SARS-CoV-2 était de 34 ans.

Une étude menée par Stubblefield et al.(67) entre le 03 et le 13 avril 2021 au Vanderbilt University Medical Center, un centre médical universitaire à Nashville, Tennessee aux Etats-Unis d'Amérique, a révélé que l'âge moyen des séropositifs au SARS-CoV-2 était de 30 ans.

Brant-Zawadzki et al.(117) ont révélé dans leur étude menée en Californie que l'âge moyen des travailleurs de santé positifs au SARS-CoV-2 était de 37,58 ans.

Dans l'étude réalisée par Iversen Kasper et al.(115) au Danemark, l'âge moyen des professionnels de santé séropositifs au SARS-CoV-2 était de 43,3 ans.

L'étude élaborée par Sydney et al.(114) rapporte que l'âge moyen des travailleurs de santé testés positifs au SARS-CoV-2 était de 44 ans.

**Tableau (IX) : Comparaison des âges moyens des TS positifs au SARS-CoV-2**

| Etude                      | Lieu       | Age moyen |
|----------------------------|------------|-----------|
| Notre étude                | Marrakech  | 34 ans    |
| Stubblefield et al.(124)   | Tennessee  | 30 ans    |
| Brant-Zawadzki et al.(117) | Californie | 37,58 ans |
| Iversen Kasper et al.(115) | Danemark   | 43,3 ans  |
| Sydney et al.(114)         | New York   | 44 ans    |

### **1.3. Profil des travailleurs de santé :**

Afin de pouvoir comparer les résultats de notre travail avec ceux qui ont été rapportés dans les autres études, nous avons réparti les travailleurs de santé en 2 groupes :

- **Groupe A (Gp A):** Le personnel travaillant dans un environnement clinique avec un contact direct avec le patient : regroupe les médecins, les infirmiers et les techniciens ;
- **Groupe B (Gp B):** Le personnel travaillant dans un environnement non clinique avec un contact très limité ou sans contact avec le patient : regroupe le reste du personnel.

Dans notre étude, la séroprévalence COVID-19 du groupe A était de 36,06%, contre 32,53% pour le groupe B.

L'étude menée par Grant et al.(59) à Londres, rapporte un taux de séroprévalence plus élevé chez le groupe A avec 34%, contre 25,4% chez le groupe B.

Iversen Kasper et al.(61) rapporte dans leur étude menée au Danemark un taux de séroprévalence de 4,29% chez le groupe A, et de 3,53% chez le groupe B.

Un résultat similaire a été rapporté par Garcia-Basteiro et al.(64) dans une étude menée en Espagne, avec un taux de séroprévalence de 9,58% chez le groupe A contre 8,16% chez le groupe B.

D'autre part, l'étude menée par Racine-Brzostek et al.(58) à New York, rapporte un taux de séroprévalence élevée chez le groupe B par rapport au groupe A, avec respectivement 42,20% contre 32,33%.

De même, une étude menée à New York par Moscola et al.(65) a rapporté un taux de séroprévalence de 16,18% chez le groupe B contre 11,89% chez le groupe A.

**Tableau (X) : Comparaison des taux de séroprévalence en fonction du profil des travailleurs de santé**

| Etude                      | Lieu      | Nombre total | IgG+       |            | Taux de séroprévalence |        |
|----------------------------|-----------|--------------|------------|------------|------------------------|--------|
|                            |           |              | Gp A       | Gp B       | Gp A                   | Gp B   |
| Notre étude                | Marrakech | 969          | 304/843    | 41/126     | 36,06%                 | 32,53% |
| Grant et al.(59)           | Londres   | 2004         | 494/1453   | 140/551    | 34%                    | 25,4%  |
| Iversen Kasper et al.(61)  | Danemark  | 28792        | 827/19270  | 336/9522   | 4,29%                  | 3,53%  |
| Garcia-Basteiro et al.(64) | Espagne   | 578          | 46/480     | 8/98       | 9,58%                  | 8,16%  |
| Racine-Brzostek et al.(58) | New York  | 2274         | 507/1568   | 298/706    | 32,33%                 | 42,20% |
| Moscola et al.(65)         | New York  | 40 329       | 2779/23370 | 2744/16959 | 11,89%                 | 16,18% |

#### 1.4. Hôpitaux/structures d'affectation :

Les taux de séroprévalence COVID-19 les plus élevés ont été enregistrés au niveau de l'HME et l'HAR :

- HME : 53% chez les médecins, 46% chez les infirmiers et les techniciens et 38% chez le reste des TS.
- HAR : 44% chez les médecins, 43% chez les infirmiers et les techniciens et 45% chez le reste de TS.

## 2. Facteurs associés à une séroprévalence plus élevée :

Pour notre étude, et celles menées par Racine-Brzostek et al.(58) et Sydney et al.(60), le taux élevé de séroprévalence peut être expliqué par le fait que les personnes de race afro-américaine sont plus susceptibles à contracter le coronavirus, chose qui a été déduite dans la méta-analyse et la revue systématique menée par Kayı et al(68).

On peut également expliquer le taux important de séroprévalence rapporté dans notre étude, par le fait que cette dernière a été menée durant une période où le Maroc connaissait une prévalence importante de la COVID-19 surtout pendant les mois d'octobre 2020 (97 901 nouveaux cas), novembre 2020 (137 252 nouveaux cas), et décembre 2020 (82 857 nouveaux cas)(69).

L'étude menée par Brant-Zawadzki et al.(63) en Californie –entre mai et juin 2020– renforce cette hypothèse, où la séroprévalence était de 1,06%, et l'explication de ce faible taux revient au fait que la prévalence régionale globale de la COVID-19 dans le comté d'Orange de la Californie était relativement faible (4,4%) durant la même période de l'étude.

En ce qui concerne **le sexe**, un taux de séroprévalence plus important chez les travailleurs de santé de sexe féminin a été rapporté par notre étude et celles menées par Racine-Brzostek et al.(58) et Garcia-Basteiro et al.(118), contrairement aux résultats rapportés par Moscola et al.(65), Jeremias et al.(66) et Iversen Kasper et al.(61).

La majorité des études incluses dans la méta-analyse et la revue systématique menée par Kayı et al(68) n'ont trouvé aucune association entre le sexe et les taux de séroprévalence.

Il a été démontré dans une méta-analyse et revue systématique réalisée par Biruk Beletew et al.(70), que la prévalence de la COVID-19 était plus élevée chez les hommes pour plusieurs raisons, notamment les rôles basés sur le genre, tels que les hommes étant plus susceptibles d'occuper des emplois essentiels, ce qui augmente leur exposition au virus. Dans le même temps, les hommes avaient une tendance plus élevée à adopter des comportements à risque, notamment le tabagisme.

En ce qui concerne **l'âge**, notre étude et celles menées par Stubblefield et al.(124), Brant-Zawadzki et al.(117), Iversen Kasper et al.(115) et Sydney et al.(114) ont rapporté des résultats similaires montrant une moyenne d'âge jeune des travailleurs de santé ayant des anticorps SARS-CoV-2.

Notre résultat se concorde avec les études menées par Lidström et al. en Suède(71), Iversen et al. au Danemark(61), Martin et al(72), Eyre et al.(73), et Jones et al.(74) au Royaume-Uni qui ont découvert que l'âge était inversement associé à la séropositivité. Ceci pourrait être le résultat d'une transmission communautaire plus élevée chez les jeunes adultes et de rôles plus actifs lors des soins aux patients pour protéger également les travailleurs de la santé plus âgés.

Pour **le profil des travailleurs de santé**, notre étude et celles réalisées par Grant et al.(113), Iversen Kasper et al.(115), Garcia-Basteiro et al.(118) rapportent un taux de séroprévalence plus élevé chez les travailleurs de santé en contact direct avec les patients par rapport à ceux avec un contact très limité ou absent avec les patients, contrairement à ce qui a été rapporté par Racine-Brzostek et al.(112) et Moscola et al.(119).

En se basant sur ces résultats, on peut constater que le contact avec les patients expose à un risque plus élevé à la COVID-19.

Le risque est lié bien au fait que le personnel travaille dans un environnement clinique avec un contact direct avec les patients infectés d'une part, et donc il est important de développer une approche plus vigilante vis-à-vis des équipements de protection individuelle. D'autre part, le risque n'existe pas seulement à l'hôpital, mais aussi en dehors de l'hôpital lors de leurs rencontres quotidiennes non liées au travail. Il peut également exister d'autres facteurs socioéconomiques inconnus liés aux rôles professionnels.

En ce qui concerne **les hôpitaux/structures d'affectation** des travailleurs de santé inclus dans cette étude, les taux de séroprévalence COVID-19 les plus élevés ont été enregistrés au niveau de l'HAR et l'HME.

Ce résultat peut être expliqué par le fait que ces deux hôpitaux sus-cités sont les seuls à disposer d'un service des urgences (Les urgences pédiatriques et les urgences gynéco-obstétricales pour l'HME ; Les urgences adultes pour l'HAR). Ceci concorde avec la majorité des études de la littérature qui rapportent que les professionnels de santé qui travaillent au sein des urgences sont plus à risque de contracter le coronavirus du fait du nombre important des patients qui transitent chaque jour par ce service.

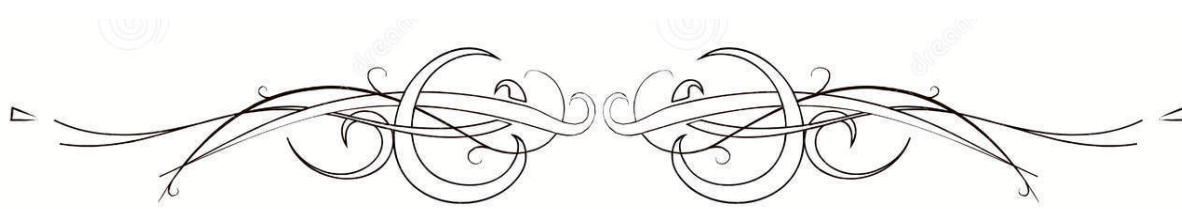


***RECOMMANDATIONS(75)***

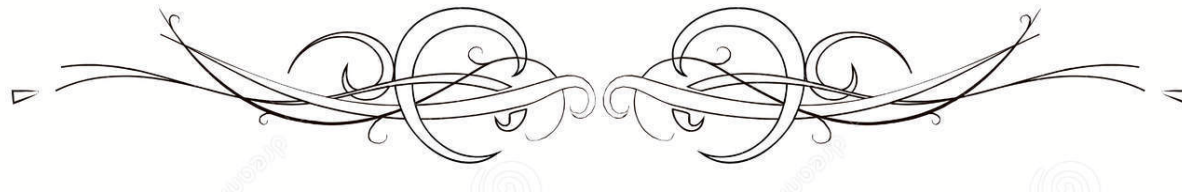


- Le diagnostic d'infection par le SARS-CoV-2 doit être suspecté devant :
  - Symptômes d'affection aiguë des voies respiratoires (par ex. toux, maux de gorge, souffle court, douleurs thoraciques) ET/OU
  - Fièvre sans autre étiologie ET/OU
  - Apparition soudaine d'une anosmie et/ou d'une agueusie (perte de l'odorat et du goût) ET/OU
  - Etat confusionnel aigu ou détérioration de l'état général chez une personne âgée sans autre étiologie.
- La COVID-19 peut aussi se présenter avec d'autres symptômes moins fréquents et moins spécifiques (lésions dermatologiques, atteinte cardiaque, ophtalmologique, rénal...).
- Améliorer la prise en charge de la COVID-19 en réduisant le délai entre la contamination et le début du traitement (tester plus vite ; obtenir le résultat plus vite ; démarrer le traitement plus vite).
- Respecter les règles d'hygiène et la prévention afin de protéger le système de santé (possibilité de prendre en charge les patients atteints de COVID-19 nécessitant une hospitalisation, notamment en réanimation), les professionnels et de limiter au maximum la transmission interindividuelle dans la population dans le cadre du déconfinement.
- Assurer la disponibilité des antiseptiques dans tous les services de soins.
- Assurer la disponibilité du matériel de protection en permanence et en quantité suffisante.
- Sensibiliser la population de l'importance de la vaccination contre le SARS-CoV-2.
- Eviter que le système de santé soit dépassé, c'est pour cela il faut:
  - Organiser des centres de santé référents ;
  - Assurer un suivi pour les malades traités à domicile ;
  - Augmenter les capacités des tests COVID-19 des laboratoires publics, ainsi d'augmenter le nombre des laboratoires privés accrédités ;

- Insister sur les mesures barrières et l'isolement des malades suspects en attendant le résultat de la RT-PCR avec des messages de sensibilisation dans les médias pour éviter la contamination des sujets contacts ;
- Pour les malades à risque, faciliter l'accès aux prélèvements au moindre signe pour éviter les retards diagnostiques et thérapeutiques : Ces malades doivent être prioritaires avec un circuit spécifique ;
- Implications du secteur privé par la prise en charge des malades COVID-19 qui ont une couverture médicale ;
- La mise en place du protocole de prévention au travail ;
- Encourager la vaccination anti grippale et anti pneumococcique pour les personnes à risque.



***CONCLUSION***



Depuis l'émergence du SARS-CoV-2 à Wuhan en Décembre 2019, une propagation rapide de la COVID-19 a été responsable de l'infection de plus de 100 millions et du décès de plus de 2 millions de personnes à travers le monde jusqu'à la fin du mois de Janvier 2021.

Dès lors, et face à la rudesse de cette pandémie, plusieurs études ont été menées par divers professionnels de santé et autres, afin d'élucider les modes opératoires du virus, de déterminer des moyens de prophylaxie efficaces et de permettre sa radiation définitive. Dans ce cadre, une étude de la séroprévalence COVID-19 chez les professionnels de santé a été entreprise au niveau du CHU Mohammed VI de Marrakech et a permis de ce fait d'avoir une idée sur la séroprévalence de la COVID-19 selon l'âge, le sexe, le secteur d'activité et la structure d'affectation et évaluer donc le niveau d'infection chez ces derniers et éventuellement les facteurs associés.

Cependant notre étude demeure impactée par certaines limites, notamment :

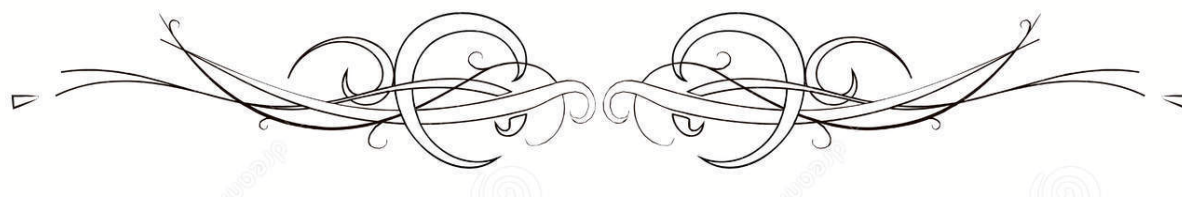
- La petite taille de l'échantillon visé, laissant ainsi la place aux biais de sélection.
- L'ignorance de la date d'une éventuelle infection par la COVID-19 auparavant chez les TS ayant bénéficié d'une sérologie COVID-19 IgG.
- L'absence de l'organigramme abritant le personnel suscité, ne permettant pas de déterminer les zones d'action de celui-ci.

La réduction du fardeau de la COVID-19 chez les TS dépend de l'assurance d'un respect élevé des mesures de contrôle des infections, de la détection précoce de l'infection dans les milieux de soins de santé et de la prévention de la transmission du virus aux TS dans la collectivité.

Ainsi, il est nécessaire de réaliser des études de séroprévalence de haute qualité dans les phases futures de la pandémie, en particulier dans les pays en voie de développement, dans le dessein de comprendre le danger réel de la COVID-19 et d'évaluer l'efficacité des vaccins et l'efficience des programmes de vaccination.



## ***ANNEXES***



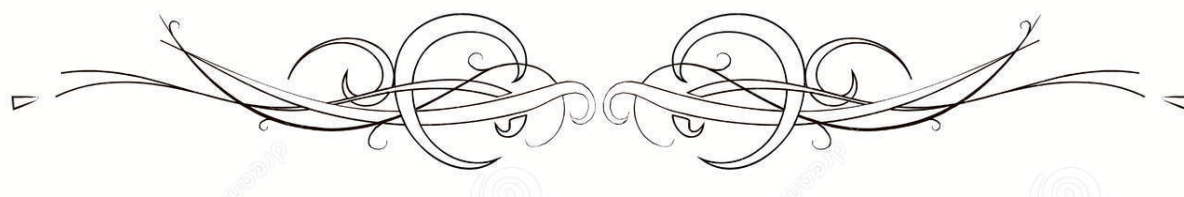
## Fiche d'exploitation

### (Enquête sur la séroprévalence COVID 19 au CHU Mohammed VI de Marrakech)

- 1) Identité
- 2) Age : an
- 3) Sexe : Masculin  
Féminin
- 4) Profil : Médecin  
Infirmier  
Technicien  
Administratif/ Autre
- 5) Date du prélèvement
- 6) Résultat du prélèvement :
  - IgG : Négatif
  - Positif Index



## ***RESUMES***



## Résumé :

La COVID-19 est une urgence sanitaire mondiale. L'évolution de la maladie est imprévisible avec des conséquences socioéconomiques désastreuses. Les travailleurs de la santé (TS) ont été considérés comme présentant un risque élevé de contracter le virus et peuvent également présenter un risque important de transmission du virus aux patients, à leurs collègues et à leurs contacts sociaux. La prévalence de l'infection par le SRAS-CoV-2 parmi les travailleurs de la santé fournit des informations précieuses pour comprendre la propagation du COVID-19 dans les établissements de santé et pour détecter les groupes à risque pour l'infection.

L'objectif de cette étude est de déterminer la séroprévalence du SRAS-CoV-2 parmi les personnels de santé au sein du CHU Mohammed VI de Marrakech et les facteurs de risque associés.

Il s'agit d'une étude descriptive rétrospective portant sur 969 professionnels de santé travaillant au sein du CHU Mohammed VI de Marrakech, sur une période de 4 mois (du 20 octobre 2020 au 22 février 2021).

Les personnes bénéficiant d'une sérologie COVID-19 IgG ont été répartis en 400 hommes et 569 femmes. L'âge des participants allaient de 20 ans à 60 ans avec une moyenne de 36 ans et une médiane de 34 ans. Les 969 travailleurs de santé inclus dans cette étude ont été répartis selon les secteurs d'activité en 349 médecins (36% des TS de cette étude), 494 infirmiers et techniciens (51%) et 126 TS occupant le reste des secteurs.

Parmi les 969 personnes incluses, 345 étaient séropositifs au COVID-19, soit une prévalence de 35,60 %. Concernant le sexe, la séroprévalence COVID-19 IgG était plus élevée chez les professionnels de santé de sexe féminin (37,61%) comparativement à ceux de sexe masculin (32,75%). La médiane d'âge des séropositifs était de 34 ans avec des extrêmes de 21 et 60 ans.

La séroprévalence était plus élevée chez le personnel travaillant dans un environnement clinique avec un contact direct avec le patient (36,60%) par rapport au personnel travaillant dans un environnement non clinique avec un contact très limité ou sans contact avec le patient (32,53%).

La majorité des cas positifs ont été enregistrés pendant le mois de novembre 2020 avec 125 cas positifs sur 343 prélèvements, contrairement au mois d'octobre 2020 qui a enregistré 29 cas positifs parmi 69.

Les résultats de cette étude concordent avec plusieurs études de la littérature : l'âge jeune et le travail au contact des patients augmentent le risque d'infection par la COVID-19.

La réduction du fardeau de la COVID-19 chez les TS dépend de l'assurance d'un respect élevé des mesures de contrôle des infections, de la détection précoce de l'infection dans les milieux de soins de santé et de la prévention de la transmission du virus aux TS dans la collectivité.

## Summary :

COVID-19 is a global health emergency. The course of the disease is unpredictable with dire socioeconomic consequences. Healthcare workers (HCWs) have been considered to be at high risk of contracting the virus and may also be at significant risk of transmitting the virus to patients, colleagues and social contacts. The prevalence of SARS-CoV-2 infection among healthcare workers provides valuable information for understanding the spread of COVID-19 in healthcare settings and for detecting groups at risk for infection.

The objective of this study is to determine the seroprevalence of SARS-CoV-2 among health personnel within the Mohammed VI University Hospital in Marrakech and the associated risk factors.

This is a retrospective descriptive study of 969 health professionals working at the Mohammed VI University Hospital in Marrakech, over a period of 4 months (from October 20, 2020 to February 22, 2021).

People with COVID-19 IgG serology were divided into 400 males and 569 females. The ages of the participants ranged from 20 years to 60 years with an average of 36 years and a median of 34 years. The 969 healthcare workers included in this study were divided by sector of activity into 349 doctors (36% of TS in this study), 494 nurses and technicians (51%) and 126 TS occupying the rest of the sectors.

Among the 969 people included, 345 were seropositive to COVID-19, a prevalence of 35.60%. Regarding gender, the COVID-19 IgG seroprevalence was higher among female health professionals (37.61%) compared to male health workers (32.75%). The median age of those living with HIV was 34 years with extremes of 21 and 60 years.

Seroprevalence was higher among staff working in a clinical setting with direct patient contact (36.60%) compared to staff working in a non-clinical setting with very limited or no patient contact (32, 53%).

The majority of positive cases were recorded during the month of November 2020 with 125 positive cases out of 343 samples, unlike the month of October 2020 which recorded 29 positive cases out of 69.

The results of this study are consistent with several studies in the literature: young age and working with patients increase the risk of infection with COVID-19.

Reducing the burden of COVID-19 among HCWs depends on ensuring high adherence to infection control measures, early detection of infection in healthcare settings, and prevention of infection. transmission of the virus to HCWs in the community.

## ملخص:

يعد مرض كوفيد 19 حالة طوارئ صحية عالمية. مسار المرض لا يمكن التنبؤ به مع عواقب اجتماعية واقتصادية وخيمة. يعتبر العاملون في الرعاية الصحية معرضين لخطر الإصابة بالفيروس وقد يكونون أيضاً معرضين لخطر كبير لنقل الفيروس إلى المرضى والزملاء وجهات الاتصال الاجتماعية. يوفر انتشار العدوى بين العاملين في الرعاية الصحية معلومات قيمة لفهم انتشار في أماكن الرعاية الصحية وللكشف عن المجموعات المعرضة لخطر العدوى.

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد الانتشار المصلي بين العاملين الصحيين داخل مستشفى جامعة محمد السادس في مراكش وعوامل الخطر المرتبطة بها.

هذه دراسة وصفية بأثر رجعي لـ 969 مهنياً صحياً يعملون في مستشفى جامعة محمد السادس في

مراكش، على مدى 4 أشهر من 20 أكتوبر 2020 إلى 22 فبراير 2021

تم تقسيم الأشخاص لـ إلى 400 رجل و 569 امرأة. تراوحت أعمار المشاركين من 20 سنة إلى 60

سنة بمتوسط 36 سنة ومتوسط 34 سنة. تم تقسيم 969 من العاملين في مجال الرعاية الصحية المشمولين في

هذه الدراسة حسب قطاع النشاط إلى 349 طبيياً (36% من العاملين في مجال الرعاية الصحية في هذه الدراسة)

، و 494 ممرضاً وتقنيا (51%) و 126 يشغلون باقي القطاعات.

من بين 969 شخصاً مشمولين ، كان 345 مصاباً بمرض كوفيد 19 ، أي بنسبة انتشار تبلغ

35.60%. فيما يتعلق بالجنس ، كان الانتشار المصلي أعلى بين المهنيات الصحيات 37.61% مقارنة بالمهنيين

الصحيين الذكور (32.75%). كان متوسط عمر المتعاشين مع فيروس كورونا 34 عاماً مع أقصاها 21 و 60

عاماً.

كان معدل الانتشار المصلي أعلى بين الموظفين العاملين في بيئة سريرية مع اتصال مباشر بالمريض (36.60%) مقارنة بالموظفين العاملين في بيئة غير سريرية مع اتصال محدود للغاية أو معدوم مع المريض 32.53%.

وسُجّلت غالبية الحالات الإيجابية خلال شهر تشرين الثاني 2020 حيث سجلت 125 حالة إيجابية من

أصل 343 عينة ، على عكس شهر تشرين الأول 2020 الذي سجل 29 حالة إيجابية من أصل 69

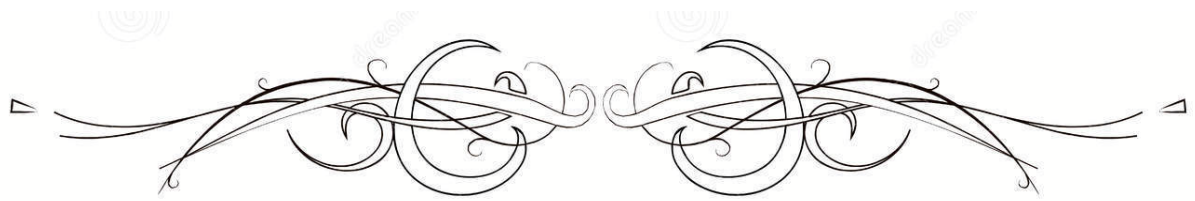
تتوافق نتائج هذه الدراسة مع العديد من الدراسات في الأدبيات: صغر السن والعمل على اتصال مع

المرضى يزيدان من خطر الإصابة بمرض كوفيد 19 .

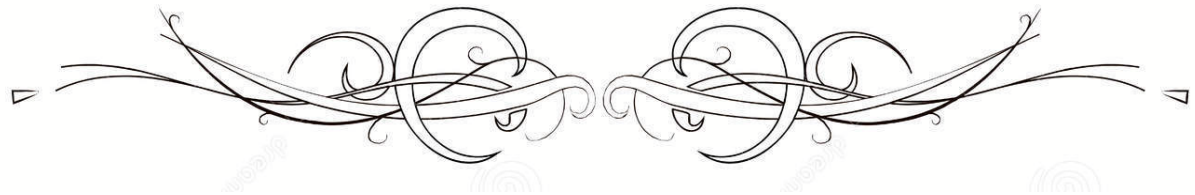
يعتمد تقليل عبء المرض بين العاملين في مجال الرعاية الصحية على ضمان الالتزام الشديد بإجراءات

مكافحة العدوى، والكشف المبكر عن العدوى في أماكن الرعاية الصحية، والوقاية من انتقال الفيروس إلى العاملين

الصحيين في المجتمع.



***BIBLIOGRAPHIES***



1. **Weiss SR, Navas–Martin S.**  
Coronavirus Pathogenesis and the Emerging Pathogen Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus. *Microbiol Mol Biol Rev.* 1 déc 2005;69(4):635-64.
2. **Heymann DL, Shindo N,**  
WHO Scientific and Technical Advisory Group for Infectious Hazards. COVID-19: what is next for public health? *Lancet Lond Engl.* 22 févr 2020;395(10224):542-5.
3. **Fisher D, Heymann D.**  
Q&A: The novel coronavirus outbreak causing COVID-19. *BMC Med.* 28 févr 2020;18(1):57.
4. **Wu F, Zhao S, Yu B, Chen Y–M, Wang W, Song Z–G, et al.**  
A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature.* mars 2020;579(7798):265-9.
5. **Sahu P.**  
Closure of Universities Due to Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Impact on Education and Mental Health of Students and Academic Staff. *Cureus.* 12(4):e7541.
6. **COVID-19 Map [Internet].**  
Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. [cité 12 août 2021]. Disponible sur: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
7. **20200311–sitrep–51–covid–19.pdf [Internet]. [cité 12 août 2021].**  
Disponible sur: [https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200311-sitrep-51-covid-19.pdf?sfvrsn=1ba62e57\\_10](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200311-sitrep-51-covid-19.pdf?sfvrsn=1ba62e57_10)
8. **Guan Y, Zheng BJ, He YQ, Liu XL, Zhuang ZX, Cheung CL, et al.**  
Isolation and Characterization of Viruses Related to the SARS Coronavirus from Animals in Southern China. *Science.* 10 oct 2003;302(5643):276-8.
9. **Cui J, Li F, Shi Z–L.**  
Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. *Nat Rev Microbiol.* mars 2019;17(3):181-92.
10. **Peckham R.**  
COVID-19 and the anti-lessons of history. *The Lancet.* 14 mars 2020;395(10227):850-2.
11. **Xu J, Zhao S, Teng T, Abdalla AE, Zhu W, Xie L, et al.**  
Systematic Comparison of Two Animal-to-Human Transmitted Human Coronaviruses: SARS-CoV-2 and SARS-CoV. *Viruses.* févr 2020;12(2):244.

12. **Adams JG, Walls RM.**  
Supporting the Health Care Workforce During the COVID-19 Global Epidemic. *JAMA*. 21 avr 2020;323(15):1439-40.
13. **Keep health workers safe to keep patients safe: WHO [Internet].**  
[cité 12 août 2021]. Disponible sur: <https://www.who.int/news/item/17-09-2020-keep-health-workers-safe-to-keep-patients-safe-who>
14. **Rudberg A-S, Havervall S, Månberg A, Jernbom Falk A, Aguilera K, Ng H, et al.**  
SARS-CoV-2 exposure, symptoms and seroprevalence in healthcare workers in Sweden. *Nat Commun*. 8 oct 2020;11(1):5064.
15. **Galanis P, Vraka I, Fragkou D, Bilali A, Kaitelidou D.**  
Seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies and associated factors in healthcare workers: a systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect*. févr 2021;108:120-34.
16. **Rivett L, Sridhar S, Sparkes D, Routledge M, Jones NK, Forrest S, et al.**  
Screening of healthcare workers for SARS-CoV-2 highlights the role of asymptomatic carriage in COVID-19 transmission. *eLife*. 11 mai 2020;9:e58728.
17. **Bryan A, Pepper G, Wener MH, Fink SL, Morishima C, Chaudhary A, et al.**  
Performance Characteristics of the Abbott Architect SARS-CoV-2 IgG Assay and Seroprevalence in Boise, Idaho. *J Clin Microbiol*. 58(8):e00941-20.
18. **Davenne E, Giot JB, Huynen P.**  
[Coronavirus and COVID-19: focus on a galloping pandemic]. *Rev Med Liege*. avr 2020;75(4):218-25.
19. **Cui J, Li F, Shi Z-L.**  
Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. *Nat Rev Microbiol*. mars 2019;17(3):181-92.
20. **CHAPITRE38\_CORONAVIRUS\_TVM2019.pdf [Internet]. [cité 11 oct 2021].**  
Disponible sur: [https://www.sfm-microbiologie.org/wp-content/uploads/2020/04/CHAPITRE38\\_CORONAVIRUS\\_TVM2019.pdf](https://www.sfm-microbiologie.org/wp-content/uploads/2020/04/CHAPITRE38_CORONAVIRUS_TVM2019.pdf)
21. **Astuti I, Ysrafil.**  
Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2): An overview of viral structure and host response. *Diabetes Metab Syndr*. 2020;14(4):407-12.
22. **Claude AJ. Covid-19 [Internet]. [cité 11 oct 2021].**  
Disponible sur: <https://www.dev.scienceenlivre.org/covid-19/>

23. **Boopathi S, Poma AB, Kolandaivel P.**  
Novel 2019 coronavirus structure, mechanism of action, antiviral drug promises and rule out against its treatment. *J Biomol Struct Dyn*. 30 avr 2020;1-10.
24. **Gupta MK, Vemula S, Donde R, Gouda G, Behera L, Vadde R.**  
In-silico approaches to detect inhibitors of the human severe acute respiratory syndrome coronavirus envelope protein ion channel. *J Biomol Struct Dyn*. avr 2021;39(7):2617-27.
25. **Freundt EC, Yu L, Park E, Lenardo MJ, Xu X-N.**  
Molecular determinants for subcellular localization of the severe acute respiratory syndrome coronavirus open reading frame 3b protein. *J Virol*. juill 2009;83(13):6631-40.
26. **Asensio V.**  
The\_life\_cycle\_of\_SARS-CoV. 13 octobre 2021.
27. **Rabi FA, Al Zoubi MS, Kasasbeh GA, Salameh DM, Al-Nasser AD.**  
SARS-CoV-2 and Coronavirus Disease 2019: What We Know So Far. *Pathog Basel Switz*. 20 mars 2020;9(3):E231.
28. **Pallesen J, Wang N, Corbett KS, Wrapp D, Kirchdoerfer RN, Turner HL, et al.**  
Immunogenicity and structures of a rationally designed prefusion MERS-CoV spike antigen. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 29 août 2017;114(35):E7348-57.
29. **Coronavirus : ce que sait la science ! [Internet]. [cité 13 oct 2021].**  
Disponible sur: <http://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/lascienceestla-offre-numerique/coronavirus-ce-que-sait-la-science/>
30. **Wrapp D, Wang N, Corbett KS, Goldsmith JA, Hsieh C-L, Abiona O, et al.**  
Cryo-EM structure of the 2019-nCoV spike in the prefusion conformation. *Science*. 13 mars 2020;367(6483):1260-3.
31. **High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa | International Journal of Oral Science [Internet]. [cité 13 oct 2021].**  
Disponible sur: <https://www.nature.com/articles/s41368-020-0074-x>
32. **Immunobiology – Journal – Elsevier [Internet]. [cité 13 oct 2021].**  
Disponible sur: <https://www.journals.elsevier.com/journals.elsevier.com/immunobiology>
33. **Alanagreh L, Alzoughool F, Atoum M.**  
The Human Coronavirus Disease COVID-19: Its Origin, Characteristics, and Insights into Potential Drugs and Its Mechanisms. *Pathog Basel Switz*. 29 avr 2020;9(5):E331.

34. **Amilorides reduce SARS-CoV-2 viral replication in vitro [Internet]. News-Medical.net. 2020 [cité 13 oct 2021].**  
Disponible sur: <https://www.news-medical.net/news/20201208/Amilorides-reduce-SARS-CoV-2-viral-replication-in-vitro.aspx>
35. **Yi Y, Lagniton PNP, Ye S, Li E, Xu R-H.**  
COVID-19: what has been learned and to be learned about the novel coronavirus disease. *Int J Biol Sci.* 15 mars 2020;16(10):1753-66.
36. **Li G, Fan Y, Lai Y, Han T, Li Z, Zhou P, et al.**  
Coronavirus infections and immune responses. *J Med Virol.* avr 2020;92(4):424-32.
37. **Li X, Geng M, Peng Y, Meng L, Lu S.**  
Molecular immune pathogenesis and diagnosis of COVID-19. *J Pharm Anal.* avr 2020;10(2):102-8.
38. **Fan Y-Y, Huang Z-T, Li L, Wu M-H, Yu T, Koup RA, et al.**  
Characterization of SARS-CoV-specific memory T cells from recovered individuals 4 years after infection. *Arch Virol.* 2009;154(7):1093-9.
39. **Jamai Amir I, Lebar Z, yahyaoui G, Mahmoud M.**  
Covid-19 : virologie, épidémiologie et diagnostic biologique. *Option/Bio.* 2020;31(619):15-20.
40. **Technique de prélèvement par PCR nasopharyngé | HPCi [Internet]. [cité 29 déc 2021].**  
Disponible sur: <https://www.hpci.ch/prevention/fiches-techniques/contenu/technique-de-pr%C3%A9l%C3%A8vement-par-pcr-nasopharyng%C3%A9>
41. **Lefeuvre C, Przyrowski É, Apaire-Marchais V.**  
Aspects virologiques et diagnostic du coronavirus Sars-CoV-2. *Actual Pharm.* oct 2020;59(599):18-23.
42. **Marty FM, Chen K, Verrill KA.**  
How to Obtain a Nasopharyngeal Swab Specimen. Ingelfinger JR, éditeur. *N Engl J Med.* 28 mai 2020;382(22):e76.
43. **Marty FM, Chen K, Verrill KA.**  
How to Obtain a Nasopharyngeal Swab Specimen. Ingelfinger JR, éditeur. *N Engl J Med.* 28 mai 2020;382(22):e76.
44. **Li R, Pei S, Chen B, Song Y, Zhang T, Yang W, et al.**  
Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV-2). *Science.* mai 2020;368(6490):489-93.

45. **Guo L, Ren L, Yang S, Xiao M, Chang D, Yang F, et al.**  
Profiling Early Humoral Response to Diagnose Novel Coronavirus Disease (COVID-19). Clin Infect Dis. 28 juill 2020;71(15):778-85.
46. **Zhao J, Yuan Q, Wang H, Liu W, Liao X, Su Y, et al.**  
Antibody Responses to SARS-CoV-2 in Patients With Novel Coronavirus Disease 2019. Clin Infect Dis. 19 nov 2020;71(16):2027-34.
47. **Wu F, Wang A, Liu M, Wang Q, Chen J, Xia S, et al.**  
Neutralizing antibody responses to SARS-CoV-2 in a COVID-19 recovered patient cohort and their implications [Internet]. Infectious Diseases (except HIV/AIDS); 2020 avr [cité 29 déc 2021]. Disponible sur: <http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2020.03.30.20047365>
48. **Zheng M, Gao Y, Wang G, Song G, Liu S, Sun D, et al.**  
Functional exhaustion of antiviral lymphocytes in COVID-19 patients. Cell Mol Immunol. mai 2020;17(5):533-5.
49. **Mendoza R, Silver M, Zuretti AR, Christian M, Das B, Norin AJ, et al.**  
<p>Correlation of Automated Chemiluminescent Method with Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) Antibody Titers in Convalescent COVID-19 Plasma Samples: Development of Rapid, Cost-Effective Semi-Quantitative Diagnostic Methods</p>. J Blood Med. 17 mars 2021;12:157-64.
50. **SARS-CoV-2 (Covid-19) :**  
Test Rapide IgG/IgM pour le diagnostic Hexabiogen [Internet]. [cité 30 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.hexabiogen.com/lire/newsletter-26/sars-cov-2-covid-19-test-rapide-2264.html>
51. **Lambert-Niclot S, Cuffel A, Pape SL, Vauloup-Fellous C, Morand-Joubert L, Roque-Afonso A-M, et al.**  
Evaluation of a Rapid Diagnostic Assay for Detection of SARS-CoV-2 Antigen in Nasopharyngeal Swabs. J Clin Microbiol [Internet]. 13 mai 2020 [cité 30 déc 2021]; Disponible sur: <https://journals.asm.org/doi/abs/10.1128/JCM.00977-20>
52. **Test rapide Corona de Roche avec écouvillon nasal pour l'autotest [Internet].**  
Diagnostics. [cité 30 déc 2021]. Disponible sur: <https://diagnostics.roche.com/ch/fr/article-listing/sars-cov-2-rapid-antigen-test-nasal-self-testing.html>
53. **Publique) H (Haut C de la S, HCSP (Haut Conseil de la Santé Publique).**  
Rapport relatif à l'actualisation de la prise en charge des patients atteints de Covid-19 [Internet]. 2020. 291 p. Disponible sur: <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=899>

54. **Amanat F, Stadlbauer D, Strohmeier S, Nguyen THO, Chromikova V, McMahon M, et al.**  
A serological assay to detect SARS-CoV-2 seroconversion in humans. *Nat Med.* juill 2020;26(7):1033-6.
55. **Long Q-X, Tang X-J, Shi Q-L, Li Q, Deng H-J, Yuan J, et al.**  
Clinical and immunological assessment of asymptomatic SARS-CoV-2 infections. *Nat Med.* août 2020;26(8):1200-4.
56. **Interpreting Diagnostic Tests for SARS-CoV-2 | Pathology and Laboratory Medicine | JAMA | JAMA Network [Internet]. [cité 11 nov 2021].**  
Disponible sur: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2765837>
57. **Frontiers in Cell and Developmental Biology [Internet]. [cité 19 déc 2021].**  
Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/journals/cell-and-developmental-biology>
58. **Racine-Brzostek SE, Yang HS, Chadburn A, Orlander D, An A, Campion TR, et al.**  
COVID-19 Viral and Serology Testing in New York City Health Care Workers. *Am J Clin Pathol.* 13 oct 2020;154(5):592-5.
59. **Grant JJ, Wilmore SMS, McCann NS, Donnelly O, Lai RWL, Kinsella MJ, et al.**  
Sero-prevalence of SARS-CoV-2 antibodies in healthcare workers at a London NHS Trust. *Infect Control Hosp Epidemiol.* févr 2021;42(2):212-4.
60. **Sydney ER, Kishore P, Laniado I, Rucker LM, Bajaj K, Zinaman MJ.**  
Antibody evidence of SARS-CoV-2 infection in healthcare workers in the Bronx. *Infect Control Hosp Epidemiol.* nov 2020;41(11):1348-9.
61. **K I, H B, Rb H, Jh K, Pb N, M P-H, et al.**  
Risk of COVID-19 in health-care workers in Denmark: an observational cohort study. *Lancet Infect Dis [Internet].* déc 2020 [cité 20 nov 2021];20(12). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32758438/>
62. **Xu X, Sun J, Nie S, Li H, Kong Y, Liang M, et al.**  
Sero-prevalence of immunoglobulin M and G antibodies against SARS-CoV-2 in China. *Nat Med.* août 2020;26(8):1193-5.
63. **Brant-Zawadzki M, Fridman D, Robinson PA, Zahn M, Chau C, German R, et al.**  
SARS-CoV-2 antibody prevalence in health care workers: Preliminary report of a single center study. *PLoS One.* 2020;15(11):e0240006.
64. **García-Basteiro AL, Moncunill G, Tortajada M, Vidal M, Guinovart C, Jiménez A, et al.**  
Sero-prevalence of antibodies against SARS-CoV-2 among health care workers in a large Spanish reference hospital. *Nat Commun.* 8 juill 2020;11(1):3500.

65. **Moscola J, Sembajwe G, Jarrett M, Farber B, Chang T, McGinn T, et al.**  
Prevalence of SARS-CoV-2 Antibodies in Health Care Personnel in the New York City Area. *JAMA*. 1 sept 2020;324(9):893-5.
66. **Jeremias A, Nguyen J, Levine J, Pollack S, Engellenner W, Thakore A, et al.**  
Prevalence of SARS-CoV-2 Infection Among Health Care Workers in a Tertiary Community Hospital. *JAMA Intern Med*. 1 déc 2020;180(12):1707-9.
67. **Stubblefield WB, Talbot HK, Feldstein LR, Tenforde MW, Ur Rasheed MA, Mills L, et al.**  
Seroprevalence of SARS-CoV-2 Among Frontline Healthcare Personnel During the First Month of Caring for Patients With COVID-19-Nashville, Tennessee. *Clin Infect Dis Off Publ Infect Dis Soc Am*. 4 mai 2021;72(9):1645-8.
68. **Kayı İ, Madran B, Keske Ş, Karanfil Ö, Arribas JR, Psheni chnaya N, et al.**  
The seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies among health care workers before the era of vaccination: a systematic review and meta-analysis. *Clin Microbiol Infect*. 1 sept 2021;27(9):1242-9.
69. **Pandémie de Covid-19 au Maroc. In: Wikipédia [Internet]. 2021 [cité 20 nov 2021].**  
Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Pand%C3%A9mie\\_de\\_Covid-19\\_au\\_Maroc&oldid=187773975](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Pand%C3%A9mie_de_Covid-19_au_Maroc&oldid=187773975)
70. **Bb A, Am K, Mw K, Tg A, Sa M.**  
Sex difference in coronavirus disease (COVID-19): a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open [Internet]*. 10 juin 2020 [cité 21 nov 2021];10(10). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33028563/>
71. **Ak L, F S, B A, J L, G W.**  
Work at inpatient care units is associated with an increased risk of SARS-CoV-2 infection; a cross-sectional study of 8679 healthcare workers in Sweden. *Ups J Med Sci [Internet]*. nov 2020 [cité 21 nov 2021];125(4). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32684119/>
72. **Martin: Demographic and occupational determinants... - Google Scholar [Internet]. [cité 21 nov 2021].**  
Disponible sur: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?hl=en&publication\\_year=2020&journal=J%C2%A0Public+Health+%28Oxf%29&author=Martin+C.A.&author=Patel+P.&author=Goss+C.&author=Jenkins+D.R.&author=Price+A.&author=Barton+L.&title=Demographic+and+occupational+determinants+of+anti-SARS-CoV-2+IgG+seropositivity+in+hospital+staff](https://scholar.google.com/scholar_lookup?hl=en&publication_year=2020&journal=J%C2%A0Public+Health+%28Oxf%29&author=Martin+C.A.&author=Patel+P.&author=Goss+C.&author=Jenkins+D.R.&author=Price+A.&author=Barton+L.&title=Demographic+and+occupational+determinants+of+anti-SARS-CoV-2+IgG+seropositivity+in+hospital+staff)

73. **Dw E, Sf L, D O, M C, E S, E L, et al.**  
Differential occupational risks to healthcare workers from SARS-CoV-2 observed during a prospective observational study. *eLife* [Internet]. 21 août 2020 [cité 21 nov 2021];9. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32820721/>
74. **Cr J, Fw H, A T, Tt M, E M.**  
SARS-CoV-2 IgG seroprevalence in healthcare workers and other staff at North Bristol NHS Trust: A sociodemographic analysis. *J Infect* [Internet]. mars 2021 [cité 21 nov 2021];82(3). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33271169/>
75. **van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al.**  
Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*. 16 avr 2020;382(16):1564-7.

# قسم الطبيب

## أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف

والأحوال باذلاً وسعي في انقاذها من الهلاك والمرض

والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلاً رعايتي الطبية للقريب والبعيد،

للسالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثار على طلب العلم، أسخره لنفع الإنسان.. لا لأذاه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنني، وأكون أخاً لكل زميل في المهنة الطبية

متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري وعلانيتي، نقيّة مما يشينها تجاه

الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيدا

أطروحة رقم 011

سنة 2022

## الانتشار المصلي لكوفيد-19 في المركز الاستشفائي الجامعي محمد السادس بمراكش

### الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2022/05/12

من طرف

السيد فيصل ادم

المزاداد في 1996/07/09

طبيب داخلي سابق بالمركز الإستشفائي الجامعي محمد السادس - مراكش

### لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

#### الكلمات الأساسية

مرض كوفيد 19 - الإنتشار المصلي - العاملون في مجال الرعاية الصحية -  
المركز الاستشفائي الجامعي محمد السادس - مراكش

### اللجنة

الرئيس

ن. طاسي

السيدة

أستاذة في الأمراض التعفنفة

المشرف

ن. صراع

السيدة

أستاذة في علم الأحياء الدقيقة والفيروسات

أ. غ. الأديب

السيد

أستاذ في الانعاش والتخدير

ل. عمرو

السيدة

أستاذة في الأمراض التنفسية والرئة

الحكام