

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB –BLIDA 1

FACULTE DE MEDECINE

DEPARTEMENT DE PHARMACIE



**L'importance de l'Hygiène Hospitalière et  
l'Efficacité des Mesures Barrières Durant  
La Pandémie Mondiale Actuelle du Covid 19**

Mémoire de fin d'étude

Présenté en vue de l'obtention du titre de Docteur en

Pharmacie

Session : MARS 2021

**Présenté par :**

- AOUAR Nedjla
- BENELHOCINE Amel
- HIMEUR Randa

**Encadré par :**

Professeur A.BOUAMRA Médecin Chef de Service d'Epidémiologie et Médecine Préventive CHU Blida.

# **REMERCIEMENT**

*Nous tenons tout d'abord à remercier **ALLAH** le tout puissant qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous remercions notre encadreur **Pr. A. BOUAMRA** , avant tout pour avoir cru en notre projet, pour sa disponibilité, pour ses remarques et pour ses qualités scientifiques nous ont permis d'améliorer la qualité de ce mémoire.*

*Nous remercions Madame **NOUAR** notre responsable pour ses encouragements.*

*Il est d'un agréable devoir d'exprimer notre reconnaissance et nos profonds remerciements au **Dr A. BRIKI** maître assistante en pharmacologie au niveau de l'université Saad Dahleb –BLIDA, pour ses conseils qui nous ont été d'une valeur inestimable.*

*Nous concluons par remercier toute personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation et l'aboutissement de ce travail.*

## ***Dédicaces***

### ***Nedja***

*J'aimerais en premier lieu remercier mon dieu ALLAH qui m'a donné la volonté et le courage pour la réalisation de ce travail.*

*Je dédie ce travail à mon cher papa et à l'âme de ma chère maman.*

*A mon cher mari Ahmed qui m'a encouragé et m'a aidé de près et de loin.*

*A mes deux anges Djaouad et Mouad.*

*A ma belle-mère et mon beau père, à ma grand-mère, à Anissa, à ma sœur Radja et mes frères Fares, Aissam et Amine.*

*A mes collègues de travail à la pharmacie centrale au CHU Blida.*

*A tout ceux qui ont participé à l'élaboration de ce modeste travail et tous ceux qui sont chers.*

*A mon binôme Randa et Amel.*

## ***Dédicaces***

**RANDA**

*J'aimerais en premier lieu remercier mon dieu ALLAH qui m'a donné la volonté et le courage pour la réalisation de ce travail.*

*Je dédie ce travail à l'âme de mes chères parents, paix à leurs âmes.*

*A mon cher mari, pour sa patience et son encouragement toute au long de ce travail.*

*A et mes chères et adorables enfants BOUCHRA et MOHAMMED.*

*A ma chère famille : ma tante Amel, ma sœur Mounia et mes frères Adel et Abdelhack.*

*A ma belle-mère, mon beau père à mes belles sœurs et mes beaux-frères.*

*A mes collègues de travail à la pharmacie centrale au CHU Blida.*

*A tout ceux qui ont participé à l'élaboration de ce modeste travail et tous ceux qui sont chers.*

*A mon binôme Nedjla et Amal.*

# ***Dédicaces***

***AMEL***

*Avant tous je remercie mon dieu ALLAH qui m'a donné le courage et  
la volonté pour réaliser ce travail*

*Je dédie le fruit de ce modeste travail comme un geste de gratitude :*

*A Ceux pour qui, quels que soit les termes embarrassés, je  
n'arriverais jamais à leurs exprimer mon grand et sincère amour  
Mes très chers parents, qui m'ont soutenu, encouragé pour que je  
puisse mener à bien ma vie personnelle et professionnelle.*

*A mon mari qui m'a épaulé et aidé durant la réalisation de ce travail.*

*A mes cadeaux du ciel mes enfants AMIR, ABDERAHEMENE,  
SALWA ET WASSIM*

*A ma sœur et mes frères*

*A mes beaux-parents et mes belles sœurs et mes beaux frères*

*A mes nièces et mes neveux.*

*A mes tous mes amis et mes collègues de travail*

*Sans oublier mon binômes Nadjla et Randa pour leur grand aide et  
soutien moral et leur compréhension au long de ce travail*

# Table des matières

Introduction : .....	2
<b>Chapitre I.....</b>	<b>4</b>
I/1 - DEFINITIONS DES CONCEPTS CLES : .....	5
1-1- Santé : .....	5
1-2- Hôpital : .....	6
1-3- Hygiène : .....	6
1- 4- Hygiène Hospitalière : .....	7
1-5- Infection Nosocomiales : .....	8
1-6- Infection Associée Aux Soins : .....	9
1-7- Maladies Contagieuses : .....	9
1-8- Décontamination : .....	9
1-9- Désinfection : .....	10
1-10- Stérilisation : .....	10
1-11- Antisepsie Et Antiseptiques : .....	11
1-12- Détergent : .....	11
1-13- Désinfectant : .....	12
1-14- Detergent-Desinfectant : .....	12
1-15- Les Mesures Barriere En Milieu De Soins : .....	12
1-16- Epidémie Et Pandémie : .....	12
1-17- Le Comité De Lutte Contre Les Infections Nosocomiales (CLIN) : .....	13
I/2- Historique de l'hygiène hospitalière : .....	15
I/ 3- Les Produits D'hygiène En Milieu Hospitalier : .....	17
3-1- Biocide (produit) et activité de biocide : .....	18
3-1-1- Activité bactéricide : .....	18
3-1-2- Activité bactériostatique : .....	18
3-1-3- Activité fongicide : .....	18
3-1-4- Activité fongistatique : .....	18
3-1-5- Activité levuricide : .....	18
3-1-6- Activité microbicide : .....	18
3-1-7- Activité sporicide : .....	19
3-1-8- Activité sporistatique : .....	19
3-1-9- Activité virucide : .....	19
3-1-10- Activité tuberculocide : .....	19
3-2- Les Produits détergents-désinfectants et désinfectants : .....	19
3-2-1- Produits hydro-alcooliques PHA : .....	19

a) Indications : .....	19
b) Activité antimicrobienne et normes en vigueur associées : .....	20
c) Présentation : .....	20
d) Protection du personnel : .....	20
e) Conduite à tenir en cas d'exposition : .....	20
3-2-2- Produits détergents-désinfectants pour sols, surfaces et mobiliers : .....	21
a) Composition et principes actifs : .....	21
b) Indications : .....	21
c) Activité Antimicrobienne et normes associées : .....	21
d) Précautions d'emploi : .....	22
e) Protection du personnel : .....	22
f) Conduite à tenir en cas d'exposition : .....	22
3-2-3- Produits détergents-désinfectants pour sols, surfaces et mobiliers Produits de désinfection des surfaces par voie aérienne DSVA par procédé automatique ou « dispersât non dirigé », hors présence humain : .....	23
a) Composition et principes actifs : .....	23
b) Indications : .....	23
c) Activité antimicrobienne et normes associées : .....	23
d) Présentation : .....	24
e) Précautions d'emploi : .....	24
f) Protection du personnel : .....	25
g) Conduite à tenir en cas d'exposition : .....	25
3-2-4- Produits détergents-désinfectants pour la pré-désinfection et le nettoyage par immersion des dispositifs médicaux : .....	25
a) Composition et principes actifs : .....	25
b) Indications : .....	26
c) Activité antimicrobienne et normes associées : .....	26
d) Précautions d'emploi : .....	26
e) Protection du personnel .....	27
f) Conduite à tenir en cas d'exposition .....	27
3-2-5- Produits désinfectants pour la désinfection manuelle des dispositifs médicaux thermosensibles : .....	27
a) Composition et principes actifs : .....	27
b) Indications : .....	28
c) Activité antimicrobienne et normes associées : .....	28
d) Précautions d'emploi : .....	29
e) Protection du personnel : .....	30

1-4- Hygiène Des Mains :.....	31
1-4-1- Les indications de l'hygiène Des mains :.....	31
1-4-2- Les techniques d'hygiène des mains : .....	32
1-4-2-1- Technique de friction des mains avec la solution hydro-alcoolique : .....	32
1-4-2-2- Technique Du Lavage Des Mains Au Savon : .....	33
1-4-3 -Sélection et gestion des produits pour l'hygiène des mains : .....	34
1-4-4- Les produits d'hygiène des mains et leur sélection Selon la Recommandation IB : .....	35
1-4-5- Risque de toxicité :.....	36
I/5- Les risques aux mauvaises pratique d'hygiène :.....	37
5-1- Risques Sanitaires : .....	37
5-2 Risques Socio-Economiques :.....	37
5-2-1- Risques Economiques : .....	38
5-2-2- Risques Sociaux :.....	39
<b>Chapitre II .....</b>	<b>41</b>
II/ 1- Historique Sur Les Coronavirus Et Covid 19 :.....	42
1-1- Au niveau mondial : .....	42
1-2- En Algérie : .....	44
II/2- Pouvoir mutagène du Sars Cov 2 :.....	46
2-1- Physiopathologie des Coronavirus :.....	47
2-1-1- Épidémiologie des Coronavirus : .....	47
2-1-2- Structure et Biologie moléculaire : .....	49
2-1-3- Cycle de réplication :.....	52
2-1-4- Récepteurs cellulaires :.....	53
2-1-5- Pouvoir mutagène des coronavirus :.....	54
2-2- Physiopathologie du Sars-Cov-2 .....	55
2-2-1 Introduction: .....	55
2-2-2 Émergence du Sars-Cov2 .....	56
2-2-3 Structure de la partie virale du Sars-Cov2: .....	56
2-2-3-1 La structure du virus Sars cov 2 .....	56
2-2-3-2 Taille du virus Sars cov 2 .....	56
2-2-3-3 Localisation: .....	58
2-2-3-4 Biologie moléculaire du Sars-Cov2: .....	58
2-2-3-5 Cycle infectieux du Sarc-Cov2:.....	61
2-2-4 Pouvoir mutagène du Sars-Cov2:.....	65
2-2-4-1 Variabilité et évolution génétique du SARS-CoV-2.....	67
2-2-4-2 Phylogénie des souches de SARS-CoV-2 .....	67



2-2-4-3 Taux de substitution/nucléotide/génome/an .....	68
2-2-4-4 Mutations majeures et impact sur la pathogénicité .....	69
2-2-4-5 Impact de la variabilité sur l'échappement au système immunitaire .....	71
II/3- Mode de transmission du virus et sa contagiosité : .....	72
3-1- Mode de transmission : .....	72
3-2- Contagiosité : .....	75
3-3- Contagiosité post mortem ; et prise en charge des corps des défunts : .....	75
3-4- Gestion des matériaux et des déchets : .....	79
3-5- Nettoyage des locaux : .....	80
II/4- Symptômes Et Principales Complications Dues A La Covid 19 : .....	80
4-1- Symptomologie de la maladie : .....	81
4-2- Les complications respiratoires : .....	82
4-3- Complications rénal : .....	83
4-4- Complications hémostatiques : .....	84
4-5- Complications digestifs : .....	85
4-6- Complications neurologiques : .....	86
4-7- Complications cardiaques : .....	87
II/5- L'impact du COVID-19 sur le système de santé : .....	88
5-1- sanitaire : .....	88
5-2- Economique : .....	88
5-3- Psychologique : .....	89
<b>Chapitre III.....</b>	<b>74</b>
III/1- Prise en charge thérapeutique : .....	75
1-1- Tableau clinique : .....	75
1-2- Définition des cas : .....	76
1-3 La prise en charge thérapeutique : .....	76
1-3-1- Forme pauci-symptomatique et mineure : .....	77
1-3-2- Forme modérée ou forme mineure avec comorbidité sévère: .....	78
1-3-3- Formes graves en réanimation : .....	80
1-4- Protocole de prise en charge COVID 19 en Algérie : .....	83
1-4 -1- Démarche diagnostique : .....	83
1-4 -2- En matière de démarche thérapeutique : .....	84
<b>Chapitre IV .....</b>	<b>85</b>
IV/1- Efficacité Des Mesures Barrières Face A La Propagation Du Virus Selon Les Recherches Scientifiques : .....	86
1-1- Les Equipements De Protection Individuelles (EPI) : .....	86
1-2- La protection faciale : .....	91

1-2-1- Les masques faciaux : .....	91
1-2-1-1- Les masques à usage médical et non médical : .....	92
a) Les masques en tissu : .....	92
b) Un Masque Chirurgical : .....	93
1-2-1-2- Masque De Protection Filtrant Un Masque FFP (Filtering Facepiece, Littéralement « Pièce Faciale Filtrante ») : .....	95
1-2-2- Les lunettes de protection des yeux : .....	104
1-2-3- Visière : .....	105
1-2-4- Les Gants : .....	108
1-3- Les Sur blouses : .....	110
1-3 -1- Les Sur blouses Jetables : .....	110
1-3 -2- Les sur blouses réutilisables (multi-usage) : .....	110
1-3- Sur chaussures : .....	113
1-4- Combinaisons : .....	113
IV/ 2- Les Produits Désinfectants Qui Ont Prouvées Leurs Efficacités Sue Le Virus SARS COV2 : .....	118
2-1- Désinfectants des mains : .....	118
2-1-1- Le savon : .....	118
2-1-2- Solution Hydro-Alcoolique : .....	121
2-1-3- Eau Oxygénée Ou Peroxyde D'hydrogène : .....	121
2-1-4- Polyvidone-Iodine (Bétadine®), Hypochlorite De Sodium (Dakin® Ou Amuchina®), Isobetadine : 122	
2-1-5- Chlorure De Benzalkonium (Biseptine®, Mercryl®, Humax®, Dermobacter®) : .....	123
2-1-6- Solutions Chlores : .....	123
2-2- Désinfectants des surfaces : .....	123
2-2-1- Eau De Javel (hypochlorite de sodium) : .....	123
2-2-2- Peroxyde D'hydrogène (eau oxygénée) : .....	123
2-2-3- Ozone (ou Trioxygène O3) : .....	124
2-2-4- DETTOL (chloroxylelol) : .....	124
2-2-5- ISOPROPANOL (ou alcool isopropylique) : .....	125
2-2-6- BENZALKONIUM Chloride : .....	125
2-2-7- LA CHLORHEXIDINE : .....	125
2-2-8- ACIDE PERACETIQUE : .....	125
2-2-9- Stérilisation par ultraviolets : .....	126
2-2-10- Systèmes de désinfection par brumisation : .....	127
IV/3- Le personnels soignants face au épidémies, risques et chalenges : .....	128

## Liste des tableaux

**Tableau 1** : Survol des types de masques.

**Tableau 2** : évaluation des différentes méthodes de décontamination.

## Liste des figures

- Figure 1** : Les 5 indications de l'hygiène des mains.
- Figure 2** : Technique de friction des mains avec la solution hydro-alcoolique.
- Figure 3** : Technique de lavage avec savon doux .
- Figure 4** : Arbre phylogénétique des Coronavirus.
- Figure 5** : Arbre phylogénétique simplifié des différents coronavirus connus.
- Figure 6** : coronavirus humains.
- Figure 7** : Structure des coronavirus.
- Figure 8** : Cycle infectieux d'un coronavirus.
- Figure 9** : Image du microscope électronique à balayage
- Figure 10**: Structure schématique d'un virion de SARSr-CoV.
- Figure 11** : Liaison de SARS-CoV-2 a la membrane cellulaire.
- Figure 12** : La synthèse de L'ARN viral par les ribosomes de la cellule haute.
- Figure 13** : Le cycle viral de SARS-CoV-2 et Synthèse des composants du virus, assemblage et sortie de particules virales néo-synthétisées.
- Figure 14** : Protocole de prise en charge covid 19 (CHU MUSTAPHA BACHA,ALGERIE).
- Figure 15** : Retrait de l'EPI (OMS).
- Figure 16** : Masque facial en tissu.
- Figure 17** : Masque chirurgicale.
- Figure 18** : Respirateur type N95.
- Figure 19** : Visualisation de la dispersion des gouttelettes lorsqu'un écran facial est utilisé pour empêcher l'émergence du jet.

## Liste des Abréviations

**ACE2** : Enzyme de Conversion de l'Angiotensine 2.

**AFNOR**: Association Française de Normalisation.

**AINS** : Antis Inflammatoires Non Stéroïdiens.

**AMM** : Autorisation de Mise sur le Marché.

**ANSM** : Agence Nationale De Sécurité Du Médicament.

**ARN** : Acide Ribonucléique.

**AVC** : Accident Vasculaire Cérébral.

**AVK** : Anti Vitamines k.

**APA** : Acide Per Acétique.

**ASTM**: American Society of Testing and Materials.

**BHR** : Bactéries Hautement Résistantes.

**BMR** : Bactéries Multi-Résistantes.

**CHU** : Centre Hospitalo-Universitaire.

**CPK** : Créatine Phosphokinase.

**CRP** : Protéine C Réactive.

**CLIN** : Comité de Lutte Contre les Infections Nosocomiales.

**DM** : Dispositif Médicaux.

**DSVA** : Désinfection des Surfaces par Voie Aérienne.

**ECMO** : Oxygénation par membrane extracorporelle.

**EOH** : Equipe Opérationnelle d'Hygiène.

**EP** : Embolies Pulmonaires.

**EPI** : Equipement de Protection Individuelle.

**FNS** : Formule De Numérotation Sanguine.

**GDS** : Global Distribution Système.

**HBPM** : Héparine de Bas Poids Moléculaire.

**IAS** : Infection Associée aux Soins.

**IMC** : Indice de Masse Corporelle.

**IOIBD**: The International Organization for the Study of Inflammatory Bowel Diseases.

**LEIM** : Licence d'Etablissement d'Instrument Médical.

**MHV** : Mouse Hepatitis Virus.

**OMS** : Organisation Mondiale de Santé.

**ORL** : Otorhinolaryngologie

**PCR** : Polymérase Chain Réaction.

**PHA** : Produit Hydro-Alcoolique.

**RER** : Réticulum Endoplasmique Rugueux.

**SDRA** : Syndrome De Détresse Respiratoire Aiguë.

**SFHH** : Société Française de l'Hygiène Hospitalière.

**SF2H** : Société Française d'Hygiène Hospitalière.

**SIDA** : Syndrome d'Immunodéficience Acquise.

**SpO2** : Saturation Pulsée en Oxygène.

**SRAS** : Syndrome Respiratoire Aigu Sévère.

**TCK** : Temps de Céphaline Kaolin.

**TG** : Triglycéride.

**TMPRSS2** : Sérine Protéase Transmembranaire 2.

**TP** : Temps de Prothrombine.

**TVP** : Thromboses Veineuses Profondes.

**UV** : Ultra-Violet.

**VIH** : Virus de l'immunodéficience Humaine.

**VNI** : Ventilation Non Invasif.

**VS** : Vitesse de Sédimentation.

# *Introduction*

### **Introduction :**

Au 21<sup>ème</sup> siècle les infections nosocomiales sont devenues un problème majeur de la santé publique par leurs conséquences humaines et sociales avant tous mais aussi économiques car elles génèrent un surcoût économique majeur à l'hospitalisation.

Le risque réel des infections nosocomiales était sous-estimé. Ce risque a été longtemps négligé surtout dans les pays sous-développés même si la prévalence des infections nosocomiales est plus élevée que dans les pays développés.

En 2009, l'OMS estimait que 1,4 millions de personnes étaient malades dans le monde de suite d'infections contractées en milieu hospitalier. Dans les pays développés, les infections nosocomiales constituent l'une de dix principales causes de mortalité et entre 20 à 30 % de ces infections sont considérées évitables par des méthodes simples et efficaces. C'est le cas du CLIN : le Comité de Lutte Contre les Infections Nosocomiales. (1)

Il assure la surveillance des infections nosocomiales, rédige des recommandations, forme le personnel, valide les protocoles de soins et participe au contrôle de la prescription des antibiotiques. Par contre, dans les pays en développement, on estime que les infections nosocomiales constituent la troisième cause la plus fréquente de la mortalité et jusqu'à 40 % sont considérées comme évitables. Ces infections contribuent de manière importante à la morbidité et à la mortalité chez des patients hospitalisés (1)

Malheureusement aujourd'hui encore l'hygiène hospitalière est considérée comme le maillon faible du secteur de la santé sachant que la majeure partie des infections liées aux soins sont manuportées, ou par l'intermédiaire du matériel et surfaces contaminés, Ce qui engendre une prolongation du séjour du patient atteint à l'hôpital avec un coût de prise en charge assez important, ce qui freine de façon importante le développement du secteur de la santé surtout avec les nouvelles résistances qui émergent à chaque fois, et dont la principale étiologie reste l'utilisation excessive et souvent irraisonnable des antibiotiques, alors une bonne application des composantes de l'hygiène qui commencent par une bonne formation du personnel, en passant par le bon choix des produits d'hygiène ainsi que le respect des normes d'utilisation de chaque produit devient la priorité de chaque établissement de santé.

L'importance de l'hygiène a fait ces preuves au cours de cette année 2020, La pandémie COVID-19 est la crise sanitaire mondiale de notre époque due au nouveau coronavirus SARS-



## INTRODUCTION

---

CoV-2. Vu son fort potentiel contagieux, la situation épidémiologique est explosive dans plusieurs pays.

Compte tenu que Les agents de santé sont en contact avec des patients atteints de la COVID-19 ou qui leur prodiguent des soins, présentent un plus grand risque d'infection que la population générale, outre la distanciation physique, les bonnes pratiques d'hygiène constituent une première ligne de défense vitale contre la COVID-19 et sont au cœur des recommandations de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) en matière de santé publique, le lavage des mains reste l'une des meilleures techniques de prévention des maladies. (2)

Mais jusqu'à aujourd'hui et avec toutes les études qui ont été menés par les chercheurs dans le monde entier depuis le déclenchement de la pandémie, peut-on définir avec exactitude les lignes de défenses contre la propagation de la maladie ?

### **OBJECTIFS DE L'ETUDE :**

- Evaluer à travers une revue de la littérature internationale l'importance des pratiques l'hygiène hospitalière et les moyens de protection pour lutter contre l'émergence de la covid19 au niveau des établissements de santé.

-Etudier l'efficacité de ces derniers afin de minimiser les risques de contraction de la maladie, et l'éviction de la contamination du personnel soignants directement exposé au virus.

# *Chapitre I*

### **I/1 - DEFINITIONS DES CONCEPTS CLES :**

#### **1-1- Santé :**

**Selon l'O.M.S** est définie comme un état complet de bien-être physique, social et mental et ne consiste pas seulement en absence d'une maladie ou d'une infirmité.

Cette définition de l'[Organisation Mondiale de la Santé \(OMS\)](#) date de 1946 et n'a pas été modifiée depuis. Elle constitue le [préambule](#) à la Constitution de l'OMS adoptée par la Conférence Internationale sur la Santé de New York le 22 juin 1946 et signé le 22 juillet suivant par 61 pays.

Cette définition souligne la part subjective, globale, contextuelle, évolutive et multidimensionnelle de la notion de santé. Autrement dit, une personne en fauteuil roulant peut être en meilleure santé qu'une personne ayant perdu son emploi. Deux personnes ayant strictement la même maladie peuvent avoir une santé totalement différente.(3)

**OMS (1947):** « La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité »

**UNICEF (1984)** « la santé n'est pas l'absence de la maladie, c'est un sentiment plus profond que le bien-être qui ne dépend pas seulement des services de santé, mais du travail, du revenu, de l'éducation, de la culture des droits et des libertés.»

**OMS (1986):** « La santé est une dimension essentielle de la qualité de vie, l'opportunité de faire des choix et d'être satisfait de vivre. »

**OMS (2001):** « Intégrité anatomique, physiologique et mentale. Capacité à assumer ses rôles familiaux, professionnels et sociaux. Capacité à gérer le stress, sensation de bien-être, et absence de risque de maladie ou de décès prématuré. »

La santé est une notion qui varie selon plusieurs facteurs:

- Le secteur: biologique, social, et psychologique ;
- Le moment ;
- La perspective: façon dont l'individu se perçoit ;
- L'environnement.

### **1-2- Hôpital :**

L'OMS a permis de définir les soins hospitaliers comme étant « les soins dispensés à des patients officiellement admis pour un traitement et/ou des soins, pour un séjour d'au moins une nuit, dans un hôpital ou un autre établissement dispensant des soins avec hébergement.»

Les hôpitaux sont des établissements agréés dont l'activité principale consiste à dispenser des services médicaux diagnostiques et thérapeutiques (services de médecins, d'infirmiers et autres services de santé) aux patients hospitalisés (au moins 24 heures), et à offrir à ces patients les services d'hébergement spécialisés que nécessite leur séjour.

Les hôpitaux peuvent offrir des services de consultation externe à titre d'activité secondaire.

Une grande partie des soins dispensés dans les hôpitaux nécessite des locaux et des matériels spécialisés, lesquels contribuent pour une part importante du processus de production.  
(4)

### **1-3- Hygiène :**

Le terme hygiène apparaît vers 1550, venant du grec « **hygiénon** » qui signifie **santé**. C'est la partie de la médecine qui traite des mesures propres à conserver et à améliorer la santé. Ensemble des principes et pratiques relatifs à cette fin. L'hygiène prévient les maladies alors que la thérapeutique les soigne.

**L'hygiène comme spécialité médicale** «prévenir les maladies et de maintenir ou d'améliorer le bien-être et la performance des personnes».

L'hygiène est un ensemble de mesures (moyens et pratiques) visant à prévenir les infections et l'apparition de maladies infectieuses. Elle est basée essentiellement sur trois actions :

- (1) le nettoyage et la déterision ;
- (2) la désinfection ;
- (3) la conservation.

Par extension, on parle aussi d'hygiène alimentaire, d'hygiène de vie, d'hygiène publique, d'hygiène hospitalière et d'hygiène mentale.... etc.

L'hygiène étant la partie de la médecine qui étudie les moyens individuels et collectifs, les principes ou les pratiques visant à favoriser ou à préserver la santé, l'hygiène de vie désigne le fait pour une personne de respecter ces principes ou pratiques.

L'hygiène publique désigne l'ensemble des mesures (polices administratives, latrines collectives dans les lieux publics, collecte des ordures, etc.) mises en œuvre par l'Etat, les communes, les communautés locales, etc. pour prévenir et lutter contre les maladies contagieuses (Choléra, Typhoïde, Tuberculose, etc.). Le manque de propreté et d'hygiène dans l'espace public est un véritable calvaire pour les personnes vivant, travaillant ou consommant aux alentours. (5)

### **1- 4- Hygiène Hospitalière :**

L'hygiène hospitalière est la discipline consistant à mettre en place les actions pour prévenir les infections associées aux soins ou protéger le personnel médical, paramédical, le malade, les visiteurs et les accompagnants, la diffusion des bactéries multi ou hautement résistantes aux antibiotiques émergents ou des infections contagieuses.(6) .

C'est une notion extrêmement importante. Elle englobe en tant que discipline médicale un grand nombre de concepts :

- La lutte contre les infections nosocomiales ;
- L'antisepsie ;
- La stérilisation.

### **Les principes de l'hygiène hospitalière :**

L'hygiène hospitalière est avant tout une politique visant à prévenir, lutter et contrôler les infections hospitalières grâce à :

- ❖ des mesures et techniques évitant l'apparition et la transmission des micro-organismes pathogènes au sein d'une structure de santé menant des activités de soins,
- ❖ un ensemble d'actions intéressant la propreté, la salubrité, le choix des produits et des matériels, la pratique des soins, les circuits de la chaîne alimentaire etc....,
- ❖ des comportements collectifs et individuels.

Elle met en rapport les acteurs (malades, personnel médical et paramédical, personnel administratif et technique, visiteurs et accompagnants) et leur environnement.

D'autres approches estiment que l'hygiène hospitalière ne peut être considérée comme une sous discipline, ni un faisceau de disciplines, mais une entité disciplinaire qui nécessite une

démarche visant à analyser certains phénomènes, intervenant en milieu de soins pour y apporter des solutions appropriées.

Elle nécessite une approche qualitative qui concerne l'organisation des soins, le fonctionnement hospitalier visant à prévenir et/ou corriger les risques iatrogènes encourus par les malades lors de leur séjour et le personnel lors du travail en milieu hospitalier.

C'est l'un des piliers de la qualité en milieu de soins.

La base de toute action d'hygiène hospitalière :

- Une analyse précise à partir de l'approche épidémiologique.
- La mise en place des mesures spécifiques et le rappel des principes de base de l'organisation des soins : c'est l'approche résolutive.
- La vérification de l'efficacité des actions entreprises, c'est l'approche évaluative.

Cet environnement hospitalier comprend plusieurs composantes dont les éléments de surfaces (sol, matériel, équipement).

### **1-5- Infection Nosocomiales :**

Le terme nosocomial est issu du grec **nosos** (maladie), **komein** (soigner) selon l'OMS, une infection nosocomiale ou infection hospitalière peut être définie comme suit : « **infection acquise à l'hôpital par un patient admis pour une raison autre que cette infection** ».

Infection survenant chez un patient à l'hôpital ou dans un autre établissement de santé et chez qui cette infection n'était ni présent ni en incubation au moment de l'admission.

Ces définitions incluent les infections contractées à l'hôpital mais qui se déclarent après la sortie et également les infections professionnelles parmi le personnel de l'établissement.

#### **\* Selon le Comité des Ministres du Conseil de l'Europe du 25 octobre 1984 :**

« Une infection hospitalière : toute maladie contractée à l'hôpital, due à des micro-organismes, cliniquement ou microbiologiquement reconnaissable, qui affecte soit le malade du fait de son admission à l'hôpital ou des soins qu'il a reçus en tant que patient hospitalisé ou en traitement ambulatoire, soit le personnel hospitalisé, du fait de son activité, que les symptômes de la maladie apparaissent ou non pendant que l'intéressé se trouve à l'hôpital.

Pour les infections de la plaie, opératoire, on qualifie d'infection nosocomiale celle survenues dans les 30 jours suivant l'intervention :

S'il y a mise en place d'un implant ou d'une prothèse, le délai est d'une année après l'intervention.

### **1-6- Infection Associée Aux Soins :**

Une infection est dite associée aux soins, si elle survient au cours ou au décours d'une prise en charge (diagnostique, thérapeutique, palliative, préventive ou éducative) d'un patient et si elle n'était ni présente, ni en incubation au début de la prise en charge. Lorsque l'état infectieux au début de la prise en charge n'est pas connu précisément, un délai d'au moins 48 heures ou un délai supérieur à la période d'incubation est couramment accepté pour définir une IAS.(7)

Une infection est dite associée aux soins, si elle survient cours ou au décours d'une prise en charge (diagnostique, thérapeutique palliative préventive ou éducative) d'un patient et si elle n'était ni présente ni en incubation au début de la prise en charge n'est pas connu précisément, un délai d'au moins 48heuresou en délai supérieure à la période d'incubation est couramment accepté pour définir une I AS (infection associé aux soins).(8)

### **1-7- Maladies Contagieuses :**

Ce sont des maladies infectieuses qui se transmettent d'un humain à un autre, la transmission peut se faire :

- directement par les gouttelettes contenues dans la toux (comme dans le rhume ou la grippe), les mains non lavées (pour les gastro-entérites)...etc.
- Indirectement par les urines, les selles, souillant des objets manipulés, les vêtements, le partage d'objets (petites épidémies collectives dans les internats, les équipes de sport).
- Par l'alimentation contaminée (hépatite virale A).
- Par l'intermédiaire d'insectes : poux et typhus par exemple. (9)

### **1-8- Décontamination :**

Décontamination (ou pré-désinfection) et désinfection La décontamination est le premier traitement à effectuer sur les objets et matériels souillés dans le but de diminuer la population

de micro-organismes et de faciliter le nettoyage ultérieur. Pratiquée d'emblée, elle vise tout d'abord à éliminer les souillures visibles et comporte l'essuyage externe avec des compresses ou du papier à usage unique et +/- le rinçage abondant à l'eau du réseau. La pré-désinfection a également pour but de protéger le personnel lors de la manipulation des instruments et d'éviter la contamination de l'environnement. C'est l'étape indispensable avant toute désinfection ou stérilisation.(10)

### **1-9- Désinfection :**

Opération au résultat momentané permettant d'éliminer les micro-organismes et/ou d'inactiver les virus indésirables portés par des milieux inertes contaminés, en fonction des objectifs fixés. L'usage du terme « désinfection » en synonyme de « décontamination » est prohibé. Terme générique désignant toute action à visée antimicrobienne, quel que soit le niveau de résultat en utilisant un produit pouvant justifier in vitro des propriétés autorisant à le qualifier de désinfectant ou d'antiseptique. Il devrait logiquement toujours être accompagné d'un qualificatif et l'on devrait ainsi parler de :

- désinfection de dispositifs médicaux, désinfection du matériel médical,
- désinfection des sols,
- désinfection des mains.

Elimination dirigée de germes, destinée à empêcher la transmission de certains «microorganismes» indésirables, en altérant leur structure ou leur métabolisme indépendamment de leur état physiologique (selon une discussion en cours dans différentes structures scientifiques ou nominatives).

### **1-10- Stérilisation :**

La stérilisation est la mise en œuvre d'un ensemble de méthodes visant à éliminer (détruire) tous les microorganismes présents dans un matériel quelque soit sa nature.

Elle est considérée comme un des moyens majeurs de l'hygiène hospitalière ; assurant la prévention des IAS.

Selon la norme Européenne, lorsqu'un objet est étiqueté stérile la probabilité théorique qu'un microorganisme viable soit présent sur un dispositif doit être à 1 pour  $10^6$ . En d'autre terme, on ne doit pas retrouver plus d'un objet contaminé sur un million. (10)



### **1-11- Antiseptie Et Antiseptiques :**

Selon l'AFNOR (Association Française de Normalisation), l'antiseptie est une opération au résultat momentané permettant, au niveau des tissus vivants, dans la limite de leur tolérance d'éliminer ou de tuer les micro-organismes et/ou d'inactiver les virus indésirables en fonction des objectifs fixés. Le résultat de cette opération est limité aux micro-organismes et aux virus présent au moment de l'opération.

Elle joue un grand rôle dans la prévention des infections par la réduction des microorganismes présents sur la peau saine, la peau lésée et sur les muqueuses.

Selon la Pharmacopée Française (Xème édition), les antiseptiques sont des préparations ayant la propriété d'éliminer ou de tuer les micro-organismes ou d'inactiver les virus sur les tissus vivants (peau saine, muqueuses, plaies).

Elles sont présentées dans leur forme d'utilisation et sont utilisées sur prescription médicale telles quelles, sauf exception justifiée et autorisée.

Elles présentent une activité antibactérienne, antifongique, antivirale, qui est indiquée et précisée avec indication du temps de contact nécessaire à cette activité. Les antiseptiques à large spectre passent la norme de virucidie en 15 minutes de contact et de fongicidie en deux heures de contact.(11)

Les antiseptiques sont des substances antibactériennes non spécifiques agissant globalement et rapidement sur les bactéries, virus, champignons et spores. Pour une souche donnée, l'antiseptique peut être « statique » s'il inhibe temporairement l'action du microorganisme, ou « cide » s'il le détruit.

L'antiseptique est réservé à l'usage externe car toxique par voie générale.

C'est un produit ou procédé utilisé pour l'antiseptie dans les conditions définies.

### **1-12- Détergent :**

Produit dont la composition est spécialement étudiée pour le nettoyage selon un processus mettant en œuvre les phénomènes de détergence. Un détergent comprend des composants essentiels (agents de surface) et généralement des composants complémentaires (adjuvants, etc...) (NF EN ISO 862).

La détergence est un processus selon lequel des salissures ou des (souillures) sont détachées de leur substrat et mises en solution ou en dispersion. Au sens ordinaire, la détergence a pour effet le nettoyage des surfaces. Elle est la résultante de la mise en œuvre de plusieurs phénomènes physico-chimiques (NF EN ISO 862).(11)

### **1-13- Désinfectant :**

Produit ou procédé utilisé pour la désinfection, dans des conditions définies. Un désinfectant est un produit contenant au moins un principe actif doué de propriété antimicrobienne et dont l'activité est déterminée par un système normatif reconnu. Ce produit doit satisfaire aux normes de bactéricidie (NF EN 1040), et peut, en outre, présenter des caractéristiques supplémentaires : fongicidie (NF EN 1275), virucidie (NF T 72-180), sporicidie (NF T72-230 ou NF T72-231).(12)

### **1-14- Detergent-Desinfectant :**

Produit présentant la double propriété d'être un détergent et un désinfectant (SFHH). (12)

### **1-15- Les Mesures Barriere En Milieu De Soins :**

Les mesures de protection des soignants définies par la Société française d'hygiène hospitalière comprennent les précautions standards et les précautions complémentaires de type contact, gouttelettes et air. Les précautions standards sont le premier rempart contre la transmission de tout micro-organisme. Elles doivent être respectées lors de la prise en charge de tout patient et de son environnement. Les précautions complémentaires d'hygiène s'appliquent face à des situations infectieuses bien définies, pour éviter la transmission de micro-organismes, notamment à risque épidémique mais aussi responsables d'infections graves ou difficiles à traiter.

### **1-16- Epidémie Et Pandémie :**

Difficile de saisir la nuance entre épidémie et pandémie. La principale différence réside dans l'ampleur géographique d'une maladie infectieuse.

- **Epidémie :**

Une épidémie (du latin *epidemia* qui signifie "à la maison") correspond au développement et à la propagation rapide d'une maladie contagieuse, le plus souvent d'origine

infectieuse, chez un grand nombre de personnes. L'épidémie se limiterait donc à une région, un pays ou à une zone bien définie.(12)

- **Pandémie :**

Une pandémie (du grec *pan* qui signifie "tout" et *demos* qui signifie "peuple") est une épidémie avec plusieurs foyers. La pandémie s'étend à toute la population d'un continent, voire au monde entier. Son impact et sa gravité (nombre de contaminations et taux de mortalité) sont donc plus importants que ceux d'une épidémie.(12)

Selon l'OMS, on parle de pandémie en cas de propagation mondiale d'une nouvelle maladie. A ce jour 188 pays et territoires du monde sont touchés sur 198.

### **1-17- Le Comité De Lutte Contre Les Infections Nosocomiales (CLIN) :**

Un CLIN est constitué dans chaque établissement de santé. C'est une instance de proposition et de programmation (consultative). Le CLIN est chargé de définir les actions à mener pour prévenir les infections nosocomiales (infection acquise au cours d'un séjour dans un établissement de santé).

Le programme d'actions défini par le CLIN est mis en œuvre par l'Equipe Opérationnelle d'Hygiène (EOH), qui travaille notamment en étroite collaboration avec les services de microbiologie et virologie.

- **Missions du clin :**

Il s'agit de définir un programme annuel d'actions avec l'EOH pour assurer :

- la prévention des infections nosocomiales, notamment par l'élaboration et la mise en œuvre de recommandations de bonnes pratiques d'hygiène.
- la surveillance des infections nosocomiales.
- la définition d'actions d'information et de formation de l'ensemble des professionnels de l'établissement en matière d'hygiène hospitalière et de prévention des infections nosocomiales.
- l'évaluation périodique des actions de prévention des infections nosocomiales.

## CHAPITRE I : GENERALITES HYGIENE HOSPITALIERE

---

- la définition, en relation avec les professionnels de soins, des méthodes et indicateurs adaptés aux activités de l'établissement permettant l'identification, l'analyse et le suivi des risques infectieux nosocomiaux.

Le CLIN est composé de **diverses catégories de personnels**, comprenant des représentants des professions médicales (médecins et pharmaciens), des professions paramédicales (soins ou médico-techniques), des représentants de l'administration, dont le Directeur Général et un représentant des usagers.

L'EOH est composée de praticiens, d'infirmier (ères) hygiénistes, d'une bio hygiéniste et d'un laboratoire d'analyse pour la surveillance microbiologique de l'environnement. (13)

### **I/2- Historique de l'hygiène hospitalière :**

#### **L'antiquité :**

Les phénomènes infectieux ont commencé à être décrits depuis environ 4000 ans. (14)

La défaillance de l'hygiène est la cause principale de l'infection hospitalière. Celle-ci est évoquée depuis 2500 ans, redoutée depuis toujours, mais n'est abordée de façon scientifique que depuis le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle. (15).

Depuis l'antiquité grecque, l'hygiène est symbole de santé. Vers 500 avant JC, la déesse HYGIE fut distincte mais toujours associée à d'autres dieux guérisseurs comme ASCLEPIOS (ESCULAPE), son père dieu de la médecine. (15)

Moyen-âge Du Moyen âge au début du XIX<sup>ème</sup> siècle, les germes étaient les responsables essentiels de la mortalité élevée dans les hôpitaux. Certaines notions d'hygiène et de contagiosité étaient connues (mise en quarantaine, emploi d'essence balsamiques, masques protégeant le médecin en visite chez les pestiférés) mais elles étaient souvent mal comprises et mal enseignées. (16)

Mais à partir du XIX<sup>ème</sup> siècle, des progrès font évoluer la situation :

**\*Au 18<sup>ème</sup> et au 19<sup>ème</sup> siècle**, des nombreuses usines fabriquent le très célèbre « savon de Marseille » et l'hygiène corporelle devient une marque de statut social qui différencie.

**\* 1846 : Semmelweis (obstétricien autrichien) montre l'importance du lavage des mains dans la prévention des infections hospitalières et des fièvres puerpérales (Relatif aux femmes en couche ou à l'accouchement et à ses suites immédiates) :**

Lors des accouchements. Dans la maternité où exercent les médecins, 30 % des accouchées décèdent en suite de couches, des suites des fièvres puerpérales. Il observe également que les femmes accouchant dans la rue avant d'arriver à la maternité, ne meurent presque jamais. Afin de poursuivre son observation, il fait permuter les médecins avec les sages-femmes. Dès le mois suivant, le taux de mortalité baisse dans la maternité où exercent maintenant les sages-femmes, tandis qu'il augmente dans l'autre salle.

Semmelweis en conclut qu'il ne s'agit pas d'un problème de contamination des lieux ou de l'air mais plus probablement, d'une cause issue des pratiques de chacun.

## CHAPITRE I : GENERALITES HYGIENE HOSPITALIERE

---

Il constate que les étudiants en médecine ont des cours d'anatomie en salle d'autopsie et qu'ils ne se lavent pas les mains en sortant avant d'examiner les femmes en travail. Les sages-femmes, par contre, n'ont pas accès à la salle d'anatomie. Il en tire des conclusions et écrit que :

« Ce sont les doigts des étudiants, souillés au cours des dissections qui vont porter les fatales particules cadavériques dans les organes génitaux ». Semmelweis vient de deviner l'existence des microbes sans les voir. Sans en connaître le mécanisme précis, il va aussi trouver la meilleure façon de prévenir l'infection : l'asepsie.

Il impose le lavage des mains aux médecins et à leurs étudiants avec une solution au Chlorure de chaux. Le résultat est remarquable : dans le mois suivant, la mortalité par fièvre puerpérale devient presque nulle : 0,23 %. (17)

**\*1860 : Découverte des microbes par Pasteur (chimiste et biologiste).** Il apporte la PREUVE du rôle des microbes dans les infections hospitalières des plaies et donne les bases de l'hygiène et de l'asepsie.

**\*1866 :** Lister (chirurgien) propose l'utilisation d'acide phénique dans les plaies et pour la chirurgie => la base de l'antisepsie.

**\*1928 :** Flemming (biologiste) découvre la pénicilline.

**\*1940 :** Utilisation des antibiotiques dans le traitement des infections et guérison des maladies infectieuses. Cela entraînera un relâchement dans l'hygiène hospitalière.

**\*1950-1960 :** Grandes épidémies d'infections hospitalières.

**\*1973 :** Cadre réglementaire concernant la prévention des infections hospitalières.

**\*1980-1990 :** Apparition du SIDA et augmentation du taux de bactéries multi résistantes.

**\*1988 :** Création du CLIN (Comité de lutte contre les infections nosocomiales) qui sont rendus obligatoires dans les hôpitaux.

**\*1992 :** Premier plan national de lutte contre les infections nosocomiales. (16)

**\*2005-2008 :** Deuxième programme de lutte contre les infections nosocomiales. (16)

### **I/ 3- Les Produits D'hygiène En Milieu Hospitalier :**

La désinfection Terme générique désignant toute action a visée anti microbienne, quel que soit le niveau de résultat, utilisant un produit pouvant justifier in vitro des propriétés autorisant à le qualifier de désinfectant ou d'antiseptique. Il devrait logiquement toujours être accompagné d'un qualificatif et l'on devrait ainsi parler de :

- désinfection de dispositifs médicaux (du matériel médical),
- désinfection des sols,
- désinfection des surfaces,
- désinfection des mains.

Les désinfectants font partie des produits de santé utilisés en milieu de soins pour des usages multiples (traitement des dispositifs médicaux, entretien des sols, et surfaces...).

En fonction de leur utilisation, ils peuvent être des biocides ou des dispositifs médicaux (DM) :

- pour la désinfection d'un DM, choisir un produit de statut DM.
- pour la désinfection des surfaces, choisir un biocide.

Certains biocides dont l'indication d'utilisation inclut les surfaces des dispositifs médicaux devront également avoir le marquage CE 93/42 des dispositifs médicaux (règlement Biocide juin 2012).

Ces produits doivent tous répondre à des exigences techniques :

- efficacité,
- sécurité d'emploi
- compatibilité avec les matériels et surfaces concernées.

Les produits détergents, en l'absence de norme et de critère objectif d'évaluation, ne feront l'objet que d'un court chapitre en matière d'éléments de choix notamment, en lien avec les détergents-désinfectants utilisés dans la première étape de la désinfection. (18)

### **3-1- Biocide (produit) et activité de biocidie :**

Des Substances actives et préparations contenant une ou plusieurs substances actives, présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur, qui sont destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toute autre manière, par une action chimique ou biologique.

#### **3-1-1- Activité bactéricide :**

Capacité d'un produit à réduire le nombre de cellules bactériennes viables appartenant à des micro-organismes d'essai représentatifs, dans des conditions définies.

#### **3-1-2- Activité bactériostatique :**

Capacité d'un produit à inhiber le développement des bactéries, dans des conditions définies.

#### **3-1-3- Activité fongicide :**

Capacité d'un produit à réduire le nombre de cellules végétatives viables de levures et de spores de moisissures appartenant à des micro-organismes d'essai représentatifs, dans des conditions définies.

#### **3-1-4- Activité fongistatique :**

Capacité d'un produit à inhiber le développement des champignons (moisissures et/ou levures), dans des conditions définies.

#### **3-1-5- Activité levuricide :**

Capacité d'un produit à réduire le nombre de cellules de levures viables appartenant à des micro-organismes d'essai représentatifs, dans des conditions définies.

#### **3-1-6- Activité microbicide :**

Dans le titre de la norme ce terme est associé de la façon suivante : « activité microbicide (bactéricide, fongicide, mycobactéricide, sporicide, virucide).



### **3-1-7- Activité sporicide :**

Capacité d'un produit à réduire le nombre de spores bactériennes viables de micro-organismes d'essai représentatifs, dans des conditions définies.

### **3-1-8- Activité sporistatique :**

Capacité d'un produit à inhiber la germination des spores bactériennes dormantes, dans des conditions définies.

### **3-1-9- Activité virucide :**

Capacité d'un produit à réduire le nombre de particules virales infectieuses dans des micro-organismes d'essai appropriées, dans des conditions définies.

### **3-1-10- Activité tuberculocide :**

Capacité d'un produit à tuer Mycobacterium tuberculosis, démontrée par la capacité à réduire le nombre de cellules viables du micro-organisme d'essai Mycobacterium terrae dans des conditions définies.(18)

## **3-2- Les Produits détergents-désinfectants et désinfectants :**

### **3-2-1- Produits hydro-alcooliques PHA :**

#### **a) Indications :**

Friction hygiénique des mains et friction chirurgicale des mains pour la :

- prévention du risque infectieux patient (ex. : avant un geste invasif),
- prévention de la transmission croisée et de la colonisation (patient/soignant),
- prévention de la diffusion des BMR/BHR (bactéries multi résistantes/bactéries hautement résistantes) (patient/environnement),
- prévention du risque infectieux soignant (ex. : après exposition aux liquides biologiques). (19)

### b) Activité antimicrobienne et normes en vigueur associées :

#### Spectre minimum :

- **Bactéricidie** : NF EN 13727 en conditions de propreté (norme de phase 2 - étape 1) et NF EN 1500 (norme de phase 2 - étape 2).
- **Levuricidie** : NF EN 13624 (norme de phase 2 - étape 1, activité levuricide sur *Candida albicans*).
- **Virucidie** : NF EN 14476 en conditions de propreté (norme de phase 2/ étape 1), activité virucide complète ou activité virucide à spectre limité (test sur adénovirus et norovirus).

#### Activités complémentaires :

##### **Mycobactéricidie :**

Si cette activité est souhaitée (non obligatoire dans un usage classique mais utile dans certains laboratoires manipulant les mycobactéries), demander la NF EN 14348 en conditions de propreté (norme de phase 2 - étape 1).

### c) Présentation :

Produits prêts à l'emploi sous forme de :

- gel,
- liquide,

### d) Protection du personnel :

Informé et former le personnel.

### e) Conduite à tenir en cas d'exposition :

Si contact avec les yeux, rincer immédiatement et abondamment avec de l'eau ou mieux une poche de 250 ml de sérum physiologique munie d'une tubulure y compris sous les paupières pendant au moins 15 minutes et consulter un ophtalmologue.

En cas d'ingestion, ne pas provoquer de vomissement, consulter d'urgence un médecin (lui montrer l'étiquette) et/ou appeler le centre anti poison.

Tout incident aigu et tout effet indésirable chronique sont à déclarer auprès du service de la santé au travail. (19)

### **3-2-2- Produits détergents-désinfectants pour sols, surfaces et mobiliers :**

#### **a) Composition et principes actifs :**

Il faut connaître la nature du ou des alcools présents, éthanol ou isopropanol, ainsi que la nature des autres molécules (agents dermoprotecteurs, épaississants, excipients...).

Alcools seuls (éthanol ou isopropanol) ou en mélange.

Substances dermoprotectrices et excipients.

Éviter les PHA contenant d'autres produits antiseptiques que les alcools.

Pour une utilisation dans des secteurs à haut risque d'ingestion, il est possible de demander une formulation amérissante.

Prendre en compte la durée de contact nécessaire selon les objectifs fixés qui peut différer selon les produits.(18)

#### **b) Indications :**

-Nettoyage-désinfection de contact des sols, surfaces et mobiliers

- Préciser s'il s'agit d'un produit destiné aussi aux surfaces de dispositifs médicaux

#### **c) Activité Antimicrobienne et normes associées :**

##### **Spectre minimum :**

-Bactericidie : NF EN 13727

-Levuricidie : NF EN 13624 (*Candida albicans*)

Dans cette indication, les normes de phase 2 ou d'application doivent être réalisées en conditions de saleté.

##### **Activités complémentaires :**

\*Fongicidie : NF EN 13624 (*Candida albicans* + *Aspergillus niger*)

\*Virucidie : NF EN 14476

Dans cette indication, les normes de phase 2 ou d'application doivent être réalisées en conditions de saleté.

### **d) Précautions d'emploi :**

- Utiliser idéalement ces produits dans des lieux correctement ventilés ou aérés.
- Utiliser des conditionnements avec bouchon.
- Limiter leur mise en œuvre par pulvérisation ou par aérosolisation.
- Ne pas mélanger à d'autres produits.
- Respecter la température de l'eau indiquée.
- Respecter la dilution de la solution.
- Mettre le produit dans l'eau et non l'inverse.
- Vérifier la dissolution de la poudre quand il s'agit d'une solution.
- Respecter le temps de contact (laisser sécher).
- Ne pas rincer la surface sauf pour les produits détergents-désinfectants-détartrants.
- Identifier le flacon de détergent-désinfectant si dilution du produit dans un autre conditionnement.
- Evacuer le produit préparé dès que la concentration n'est plus assurée (selon les recommandations du fabricant).
- Utiliser les centrales de dilution sous réserve d'une maintenance préventive et curative associée.
- Produit d'usage externe, ne pas avaler.

### **e) Protection du personnel :**

- Informer et former le personnel.
- Port d'équipements de protection individuelle : il convient de se référer aux indications du fabricant.
- Tablier de protection imperméable à usage unique.
- Gants de préférence à manchettes longues, à usage unique ou individuels dans ce cas entretenus après chaque usage et changés dès qu'ils sont endommagés.
- Pour la préparation de la solution :
- Lunettes de protection.
- Le port de lunettes correctrices ne constitue pas une protection.

### **f) Conduite à tenir en cas d'exposition :**

- Si contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec de l'eau.

- Si contact avec les yeux, rincer immédiatement et abondamment avec de l'eau ou mieux une poche de 250 ml de sérum physiologique munie d'une tubulure y compris sous les paupières pendant au moins 15 minutes et consulter un ophtalmologue.
- -En cas d'ingestion, ne pas provoquer de vomissement.
- Tout incident aigu et tout effet indésirable chronique sont à déclarer auprès du service de santé au travail (montrer l'étiquette). (18)

### **3-2-3- Produits détergents-désinfectants pour sols, surfaces et mobiliers** **Produits de désinfection des surfaces par voie aérienne DSVA par procédé automatique ou « dispersât non dirigé », hors présence humain :**

#### **a) Composition et principes actifs :**

- Le peroxyde d'hydrogène est le principe de base généralement utilise seul ou en association avec de l'acide peracetique.
- Le formaldéhyde est une molécule qui ne doit plus être utilisée (Art. R.231-56-2 du code du travail) dans la mesure où des produits alternatifs existent.
- Se référer à la liste des procédés de désinfection des surfaces par voie aérienne retires du marché publiée par l'ANSM (Agence Nationale De Sécurité Du Médicament).
- Vérifier la nature du gaz propulseur, son inflammabilité.

#### **b) Indications :**

- Désinfection de contact d'un local par voie aérienne hors présence humaine.
- Les indications restent exceptionnelles et relèvent d'une situation.
- De type épidémie non maitrisée due à un micro-organisme à haut potentiel de survie dans l'environnement.
- Désinfection des locaux de type laboratoire NSB3/NSB4.
- Ces produits sont destinés à désinfecter des surfaces préalablement nettoyées.  
A ce titre, ils sont différents des detergents-desinfectants pour sols, surfaces et mobilier.
- La DSVA est un procédé pour la désinfection des surfaces et ne constitue pas une méthode de désinfection de l'air.

#### **c) Activité antimicrobienne et normes associées :**

- L'activité antimicrobienne requise est celle du couple appareil/produit.

- NF T 72-281 spécifique DSVA avec bactericidie, fongicidie, virucidie et sporicidie.
- La norme doit être réalisée en conditions de propreté.

### **d) Présentation :**

- Il s'agit d'un procédé mettant en œuvre un gaz ou un aérosol à partir d'une source émettrice (appareil de désinfection) hors présence humaine. Il repose sur le couple appareil et produit désinfectant. Il a pour objectif la diffusion et l'application du produit sur l'ensemble des surfaces d'une pièce.
- Ces produits peuvent être dispersés sous forme d'aérosol (microgouttelettes) ou d'un gaz (brouillard sec).

### **e) Précautions d'emploi :**

- La mise en œuvre du procédé peut être longue (quelques dizaines de minutes à quelques heures).
- À utiliser hors présence humaine (patient – personnel).
- Des conditions strictes d'hygrométrie et de température sont nécessaires.
- Technique sans rinçage.
- La qualité de la désinfection n'est pas dépendante d'un opérateur.
- Le couple appareil–produit est indissociable.
- Il apparaît nécessaire de stopper le fonctionnement des installations de traitement d'air pendant l'opération afin d'éviter.
  - d'une part une dispersion inhomogène du produit,
  - d'autre part une recirculation non contrôlée du produit via le recyclage de l'air (se référer aux préconisations du fabricant). Il convient donc d'évaluer les conséquences de l'opération de désinfection sur les installations de traitement d'air et notamment l'impact de l'arrêt de la centrale sur les équipements et les contraintes de remise en fonctionnement.
- L'arrêt de la détection incendie est indispensable.
- Prendre en compte la possibilité de démarrage différé et la durée des différentes étapes.
  - Du pré conditionnement éventuel du local et du réglage de l'appareil.
  - De dispersion du produit (temps nécessaire pour atteindre une concentration cible du produit sur la surface à désinfecter dans un local de volume donné).
  - De contact du produit (temps nécessaire pour atteindre l'efficacité attendue).

- D'aération ou de remise en route de la ventilation.
- D'attente avant réintroduction dans le local.
- Produit d'usage externe, ne pas avaler.
- Des mesures de contrôle et de maintenance périodiques de l'appareil sont à réaliser pour garantir l'efficacité du procédé.

### **f) Protection du personnel :**

- Informer et former le personnel.
- Si risque de contact avec le produit, port d'équipements de protection individuelle :
  - Tablier de protection imperméable à usage unique.
  - Gants de préférence à manchettes longues, à usage unique.
  - Lunettes de protection (le port de lunettes correctrices ne constitue pas une protection).
  - Appareil de protection respiratoire efficace contre les gaz et vapeurs, adapté à la nature du produit manipulé.

### **g) Conduite à tenir en cas d'exposition :**

- Si contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec de l'eau.
- Si contact avec les yeux, rincer immédiatement et abondamment avec de l'eau ou mieux une poche de 250 ml de sérum physiologique munie d'une tubulure y compris sous les paupières pendant au moins 15 minutes et consulter un ophtalmologue.
- En cas d'ingestion, ne pas provoquer de vomissement.
- Tout incident aigu et tout effet indésirable chronique sont à déclarer auprès du service de santé au travail (montrer l'étiquette).(18)

## **3-2-4- Produits détergents-désinfectants pour la pré-désinfection et le nettoyage par immersion des dispositifs médicaux :**

### **a) Composition et principes actifs :**

- Produit exempt d'aldéhydes.
- Ammoniums quaternaires, biguanide, alkylamines, complexes détergents et enzymatiques, agents séquestrant, dispersants, stabilisants, alcalins, surfactants...
- Choisir un produit ayant une formulation anti corrosive (acétate de guanidinium...).

### **b) Indications :**

- Pré-désinfection par immersion manuelle des dispositifs médicaux.
- Si besoin, demander des informations sur la compatibilité du produit avec les bacs à ultrasons.

### **c) Activité antimicrobienne et normes associées :**

#### **Spectre minimum :**

- Bactéricidie : NF EN 13727, NF EN 14561
- Levuricidie : N F EN 13624 (Candida albicans) NF EN 14562 (Candida albicans)

Dans cette indication, les normes de phase 2 ou d'application doivent être réalisées en conditions de saleté

#### **Activité complémentaire :**

- Virucidie : NF EN 14476

Dans cette indication, les normes de phase 2 ou d'application doivent être réalisées en conditions de saleté

### **d) Précautions d'emploi :**

- Ne pas mélanger a d'autres produits.
- Utiliser un bac gradue et à couvercle.
- La qualité physique et chimique de l'eau de dilution (degré de dureté et pH de l'eau) .peut avoir une influence sur l'efficacité du produit.
- Respecter la température de l'eau et la dilution de la solution.
- Mettre le produit dans l'eau et non l'inverse.
- Vérifier la dissolution de la poudre quand il s'agit d'une solution.
- Utiliser la solution immédiatement.
- Immerger complètement les dispositifs médicaux ouverts ou démontes, en prenant soin d'irriguer les instruments creux, les canaux.
- Respecter le temps de contact.
- Dans le cas d' un double nettoyage manuel, la préparation d'un nouveau bain est exigée.



- Evacuer le produit préparé dès que la concentration n'est plus assurée (selon les recommandations du fabricant).
- Produits à utiliser dans des lieux correctement ventilés.
- Utiliser les centrales de dilution sous réserve d'une maintenance préventive et curative associée.
- Produit d'usage externe, ne pas avaler.

### e) Protection du personnel

- Informer et former le personnel.
- Port d'équipements de protection individuelle :
  - Masque chirurgical.
  - Tablier de protection imperméable à usage unique.
  - Gants de préférence à manchettes longues, à usage unique.
  - Lunettes de protection, ou masque visière si risque de projection oculaire.
  - Le port de lunettes correctrices ne constitue pas une protection.

### f) Conduite à tenir en cas d'exposition

- Si contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec de l'eau.
- Si contact avec les yeux, rincer immédiatement et abondamment avec de l'eau ou mieux une poche de 250 ml de sérum physiologique munie d'une tubulure y compris sous les paupières pendant au moins 15 minutes et consulter un ophtalmologue.
- En cas d'ingestion, ne pas provoquer de vomissement.
- Tout incident aigu et tout effet indésirable chronique sont à déclarer auprès du service de la santé au travail.(18)

### **3-2-5- Produits désinfectants pour la désinfection manuelle des dispositifs médicaux thermosensibles :**

#### a) Composition et principes actifs :

- Les principes actifs sont principalement l'acide peracétique, et parfois le dioxyde de chlore.
- En raison du risque prion et de leur toxicité, il est recommandé de ne pas utiliser des produits à base d'aldéhydes.

### **b) Indications :**

- Désinfection par immersion des dispositifs médicaux semi-critiques et critiques après nettoyage.

### **c) Activité antimicrobienne et normes associées :**

**Désinfection de niveau intermédiaire (contact muqueuse ou peau lésée)**

#### **Spectre minimum :**

- Bactéricidie : NF EN 13727, NF EN 14561
- Levuricidie (Candida albicans) : NF EN 13624, NF EN 14562
- Tuberculocidie (Mycotarium terrae) : NF EN 14348, NF EN 14563
- Virucidie : NF EN 14476

Dans cette indication, les normes de phase 2 ou d'application doivent être réalisées en conditions de propreté.

#### **Activité complémentaire :**

- Fongicidie (Candida albicans + Aspergillus niger) : NF EN 13624, NF EN 14562.
- Mycobactéricidie (Mycobacterium terrae + Mycobacterium avium) : NF EN 14348, NF EN 14563.

(Ex. : désinfection des fibroscopes bronchiques)

Dans cette indication, les normes de phase 2 ou d'application doivent être réalisées en conditions de propreté.

Désinfection de haut niveau (contact cavités stériles ou système vasculaire).

- Bactéricidie : NF EN 13727, NF EN 14561
- Fongicidie (Candida albicans + Aspergillus niger) : NF EN 13624, NF EN 14562
- Mycobactéricidie (Mycobacterium terrae + Mycobacterium avium) : NF EN 14348, NF EN 14563
- Virucidie : NF EN 14476
- Sporucidie : NF EN 14347 ou NF T 72-230/231

Dans cette indication, les normes de phase 2 ou d'application doivent être réalisées en conditions de propreté.

### **d) Précautions d'emploi :**

- La ventilation générale du local dans lequel est manipulé l'APA doit comprendre l'introduction d'air neuf compensant l'air extrait, avec un débit par personne **d'au moins 60 m<sup>3</sup>/h**.
- Les bacs de désinfectant munis d'un système d'aspiration des vapeurs à la source sont recommandés.
- Ne pas mélanger à d'autres produits.
- Utiliser un bac gradué avec couvercle obturateur.
- La qualité physique et chimique de l'eau de dilution (degré de dureté et pH de l'eau) peut avoir une influence sur l'efficacité du produit.
  - Respecter la température de l'eau.
  - Respecter la dilution de la solution.
- Mettre le produit dans l'eau et non l'inverse.
- Vérifier la dissolution de la poudre quand il s'agit d'une solution.
- Immerger complètement les dispositifs médicaux ouverts ou démontés, en prenant soin d'irriguer les instruments creux et les canaux.
- Respecter le temps d'immersion en fonction du spectre d'activité recherchée : désinfection de haut niveau (bactericidie, fongicidie, virucidie, mycobactericidie, sporicidie) ou de niveau intermédiaire (bactericidie, levuricidie, virucidie, mycobactericidie)
- En dehors des manipulations, maintenir impérativement le bac fermé.
- Renouveler la solution selon les recommandations du fabricant.
- Evacuer le produit préparé dès que la concentration n'est plus assurée (selon les recommandations du fabricant).
- En cas de fuite ou de déversement accidentel, récupérer immédiatement le produit après l'avoir recouvert de matériau absorbant (papier absorbant, poudre gélifiante...). Laver ensuite la surface souillée par un mélange d'eau et de détergent.
- Produit d'usage externe, ne pas avaler.
- Pour les produits à base d'acide peracétique.
  - Le fabricant doit indiquer la durée du bain et le nombre de trempages possible dans le bain de solution.
- Les modalités de contrôle de la validité de la solution désinfectante par des bandelettes réactives seront clairement décrites dans un protocole (temps de trempage et de lecture des bandelettes).

- Le renouvellement de la solution d'emploi pour la désinfection manuelle sera effectué au maximum toutes les semaines.

(Excepte les produits revendus pour une durée d'utilisation plus courte).

e) **Protection du personnel :**

- Informer et former le personnel.
- Risque d'explosion pour l'APA.
- Port d'équipements de protection individuelle notamment lors de la préparation du bain, la manipulation des dispositifs médicaux (trempage, retrait du bain), la vidange des bacs et la récupération de produit en cas de fuite accidentelle.
  - Tablier de protection imperméable à usage unique
  - Gants à manchettes extra-longues en nitrile (APA), à usage unique
  - Lunettes de protection
  - Le port de lunettes correctrices ne constitue pas une protection
  - Appareil de protection respiratoire nominatif, efficace contre les vapeurs, adapté à la nature du produit manipulé, à utiliser notamment lors de la préparation et de l'évacuation du désinfectant.

La mise à disposition de bottes est souhaitable en cas de renversement massif. (18)

### **I-4- Hygiène Des Mains :**

#### **1-4-1- Les indications de l'hygiène Des mains :**

Les indications de l'hygiène des mains ont été précisées dans les recommandations de l'OMS pour l'hygiène des mains au cours des soins sous forme de recommandations consensuelles portant aussi bien sur les moments où l'hygiène des mains doit être réalisée, sur le choix des techniques selon les circonstances que sur la réalisation technique de l'hygiène des mains.

Dans la perspective de faciliter la réalisation de l'hygiène des mains sur le lieu de soins, la formation en hygiène des mains, l'évaluation des pratiques et le retour d'informations de l'observance à l'hygiène des mains, les recommandations sur les indications sont présentées aux professionnels soignants sous la forme de cinq indications.

Ces indications concernent tout professionnel en contact avec le patient. Elles s'articulent autour de chaque patient et d'un espace autour du patient et sont logiquement intégrées à l'administration des soins. Elles sont basées sur l'évidence en matière de transmission des germes par les mains et lorsqu'elles s'appliquent, elles permettent, dans la mesure où l'hygiène des mains est réalisée, de préserver le patient et le soignant de la contamination et de l'infection, et de limiter la dissémination des germes dans l'environnement.

Ces indications sont les suivantes :

- 1) Avant de toucher un patient ;
- 2) Avant un geste aseptique ;
- 3) Après un risque d'exposition à un liquide biologique ;
- 4) Après avoir touché un patient ;
- 5) Après avoir touché l'environnement d'un patient. (20)

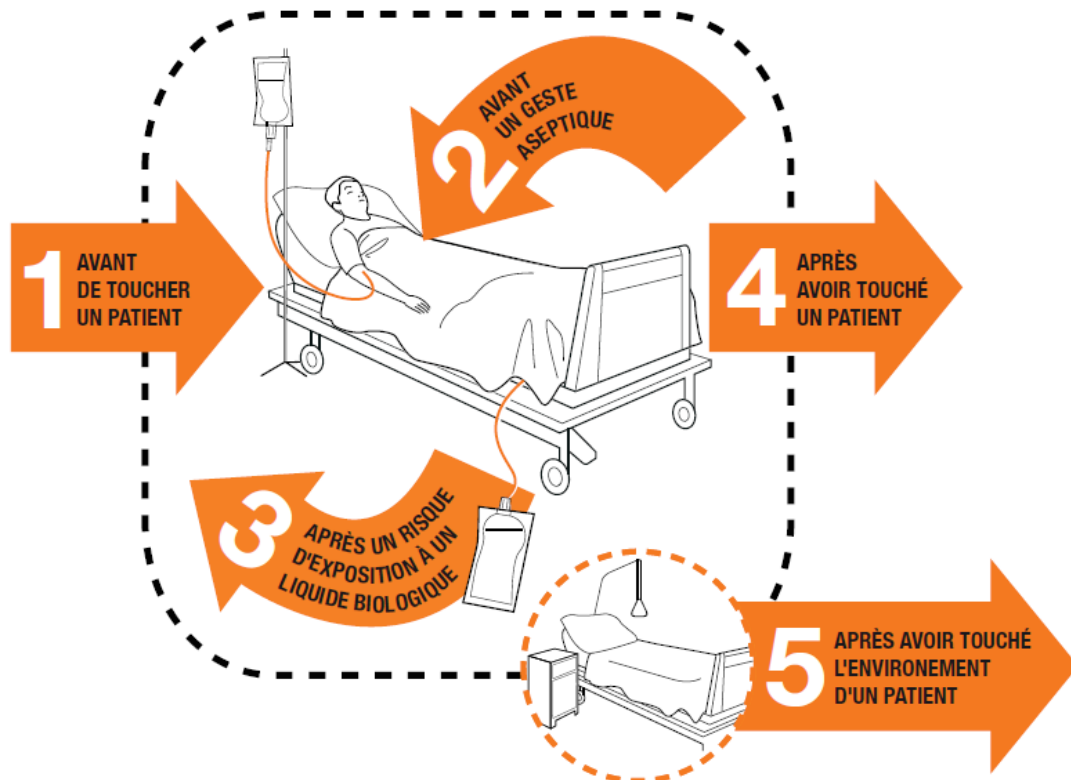


Figure 1: Les 5 indications de l'hygiène des mains(20)

### **1-4-2- Les techniques d'hygiène des mains :**

#### **1-4-2-1- Technique de friction des mains avec la solution hydro-alcoolique :**

Remplir la paume d'une main de produit hydro-alcoolique, recouvrir toutes les surfaces des mains et frictionner jusqu'à ce que les mains soient sèches.



**Figure 2 :** Technique de friction des mains avec la solution hydro-alcoolique(20)

### **1-4-2-2- Technique Du Lavage Des Mains Au Savon :**

Lors du lavage des mains au savon et à l'eau, mouiller les mains, appliquer suffisamment de savon pour recouvrir toutes les surfaces des mains et frictionner.

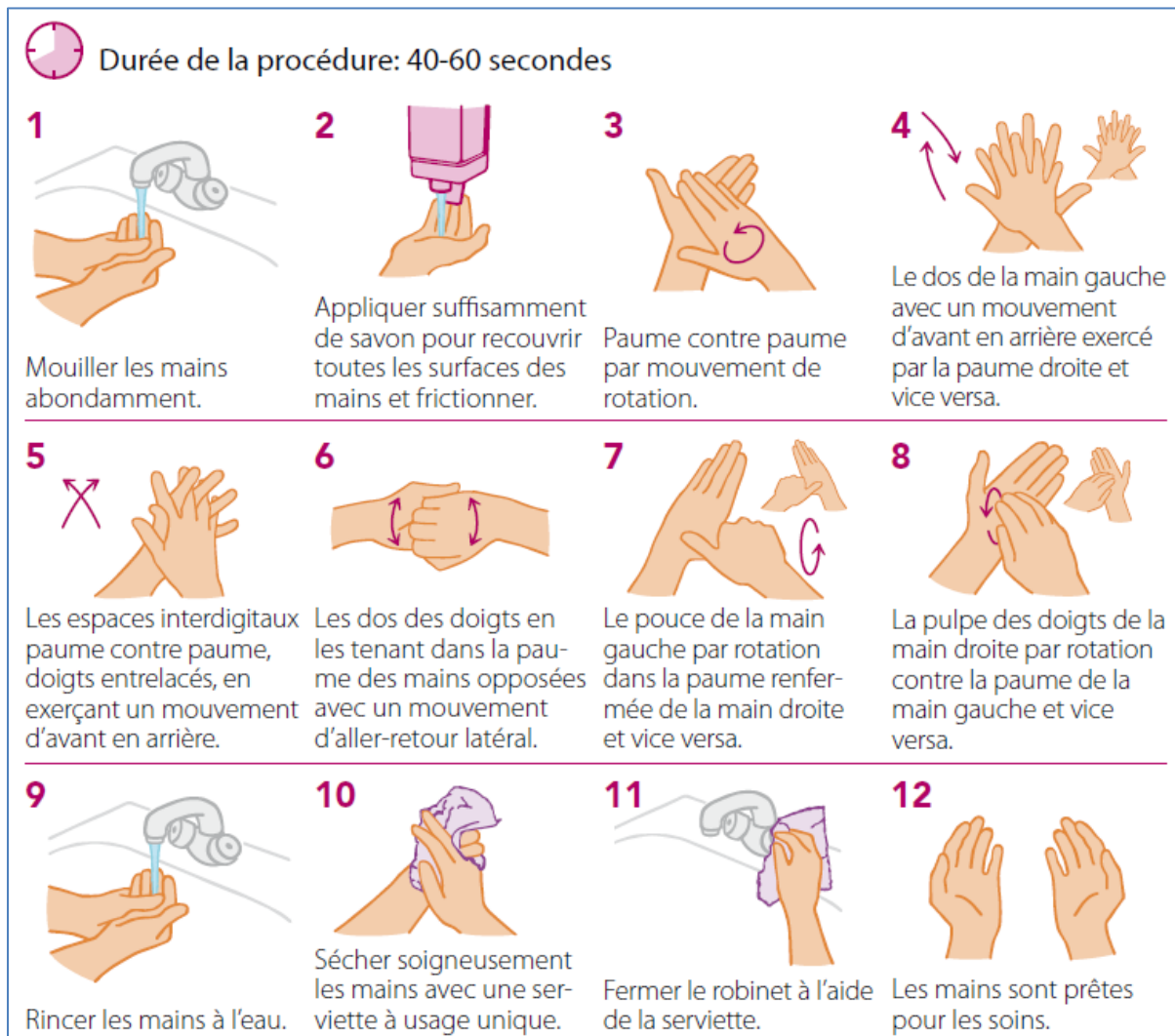
Rincer les mains à l'eau et sécher soigneusement à l'aide d'un essuie mains à usage unique.

Eviter de rincer les mains à l'eau chaude ; en effet, l'utilisation répétée d'eau chaude peut augmenter le risque de dermatites.

Fermer le robinet à l'aide de l'essuie-mains usagé.

Sécher les mains complètement en veillant à ne pas contaminer à nouveau les mains. S'assurer que les essuie-mains ne sont pas utilisés plusieurs fois ou par plusieurs personnes.

Plusieurs formes de savon sont acceptables : savon liquide, en pain ou en poudre. Lors de l'usage de savon en pain, utiliser des porte-savons permettant le drainage de l'eau pour permettre à la savonnette de sécher.



**Figure 3 :** Technique de lavage avec savon doux (20)

### **1-4-3 -Sélection et gestion des produits pour l'hygiène des mains :**

A. Mettre à la disposition du personnel soignant des produits efficaces et peu irritants, nécessaires à la pratique de l'hygiène des mains.



**B.** Pour maximiser l'acceptabilité des produits pour l'hygiène des mains, consulter les professionnels soignants au sujet de leur tolérance cutanée, de leurs sensations et perceptions à l'application des produits à sélectionner. Des évaluations comparatives peuvent s'avérer très utiles dans ce processus.

**C.** Lors du processus de sélection des produits :

1- Identifier toute interaction connue entre le produit pour l'antisepsie des mains, les produits de soins des mains et le type de gants utilisés dans l'établissement.

2- Demander les informations aux fabricants sur le risque de contamination des produits.

3- S'assurer de l'accessibilité des distributeurs sur le lieu de soins.

4- S'assurer de la fonctionnalité des distributeurs, de leur fiabilité et de l'adéquation des volumes distribués. S'assurer de la conformité des distributeurs aux dispositions relatives aux produits inflammables. (21)

5- Demander et évaluer les informations fournies par les fabricants concernant les effets que les crèmes ou lotions hydratantes ou produits hydro-alcooliques peuvent avoir sur les effets des savons antimicrobiens utilisés dans l'établissement de soins.

6- La comparaison des coûts des produits ne s'applique qu'aux produits conformes aux exigences d'efficacité, de tolérance cutanée et d'acceptabilité.

**D.** Ne pas ajouter de savon ou de produit hydro-alcoolique dans un distributeur de produit partiellement vide. Si les distributeurs sont destinés au ré-usage, se conformer aux procédures d'entretien. (22)

### **1-4-4- Les produits d'hygiène des mains et leur sélection Selon la Recommandation IB :**

Lorsqu'un produit hydro-alcoolique est disponible, il doit être utilisé en première intention pour la pratique de l'hygiène des mains au cours des soins. Les produits hydro-alcooliques présentent les avantages immédiats suivants :

- Élimination de la plupart des germes (y compris des virus),
- Rapidité de la procédure (20 à 30 secondes),
- Disponibilité du produit sur le lieu de soins,

- Meilleure tolérance cutanée.
- Besoins en infrastructures spécifiques limités (réseau d'alimentation en eau propre, lavabo, savon, essuie-mains).

Le lavage des mains au savon et à l'eau est indiqué lorsque les mains sont visiblement sales ou souillées par du sang ou d'autres liquides biologiques, en cas d'exposition présumée ou avérée à des germes sporulés ou après être allé aux toilettes.(22)

### **1-4-5- Risque de toxicité :**

La toxicité des produits désinfectants et notamment des produits destinés à la désinfection des mains est un sujet régulièrement polémique dont l'actualité ne s'est pas démentie depuis 2009.

Les composants des produits utilisés pour la friction des mains sont les alcools, qui constituent la base du produit et sont associés à d'autres composants (antiseptiques, agents de texture, émoullients, surgraissants...).

Le risque de toxicité aiguë liée aux alcools est associé à une ingestion massive de produit. Ce risque est à prendre en compte dans les services de pédiatrie, de psychiatrie, d'addictologie et de gériatrie principalement.

L'utilisation de distributeurs fermant à clé ou de flacons poche peut être proposée. Certains fournisseurs proposent aussi des formules rendues amères pour ces secteurs.

La toxicité chronique des alcools dans l'usage de désinfection des mains fait l'objet de surveillance prospective par la médecine du travail dans de nombreux pays et de publications diverses.

Le passage dans le sang par voie transcutanée ou respiratoire est considéré comme très faible, y compris lors d'utilisations intensives. L'absorption par la peau est très limitée, que ce soit chez les adultes ou les enfants, utilisateurs des produits hydro-alcooliques en établissement de santé.

Cette absorption peut être mesurée dans le sang. Des études ont essayé de quantifier les concentrations sanguines maximales observables lors d'utilisations massives de produits hydro-alcooliques en espace confiné. (22)

### **I/5- Les risques aux mauvaises pratique d'hygiène :**

La mauvaise pratique d'hygiène hospitalière présente des risques qu'il faut évaluer et gérer.

#### **5-1- Risques Sanitaires :**

La mauvaise pratique d'hygiène en milieu hospitalier favorisent l'émergences des infections nosocomiales qui favorisent à leurs tours la résistance des germes aux antibiotique, deux mécanismes aboutissent à la résistance des germes : - la sélection des germes - La création des germes résistants par mutation. L'automédication avec les antibiotiques peut augmenter le nombre de souches résistantes importées ensuite à l'hôpital. (23)

Deux mécanismes aboutissent à la résistance des germes : - la sélection des germes - La création des germes résistants par mutation. L'automédication avec les antibiotiques peut augmenter le nombre de souches résistantes importées ensuite à l'hôpital. (23)

Les infections nosocomiales représentent un problème de santé publique préoccupant. Selon L'O.M.S. 190 millions de personnes sont hospitalisées chaque année dans le monde et que 9 millions contractent une infection nosocomiale, un million en meurent (23), une étude française effectuée à partir des données du programme médicalisé du système d'information (PMSI) entre 1989 et 1993 montre des écarts importants de mortalité entre les patients ayant une infection nosocomiale (14,4 %) et ceux sans infection nosocomiale (2,1 %). (24)

La mortalité attribuable aux infections nosocomiales est la plus élevée pour les pneumopathies, de 7 % pour l'ensemble des patients à 30 % pour les patients hospitalisés en réanimation. La létalité par pneumopathie est particulièrement élevée chez les patients ventilés en réanimation. Les pneumopathies contribueraient directement au décès dans un tiers à deux tiers des cas selon les études. Les bactériémies/septicémies sont responsables avec les pneumopathies d'une mortalité importante variant de 16 % à 35 % selon les études. Les deux tiers de ces infections contribueraient directement au décès. (24)

#### **5-2 Risques Socio-Economiques :**

La mauvaise pratique de l'hygiène hospitalière a des répercussions néfastes sur la société et l'économie en particulier.

### **5-2-1- Risques Economiques :**

L'impact médico-économique des infections nosocomiales a été souligné par les responsables de programmes nationaux et locaux de lutte contre l'infection. Un premier aspect médico-économique concerne le coût de l'infection. Le coût global des infections dans les pays de l'OCDE a été estimé être de l'ordre de 760 millions d'euros par an en moyenne pour les pays européens] et de 4,2 milliards d'euros aux États-Unis en 1976. Le coût médical par infection et par patient est estimé de manière globale à 2 000 euros aux États-Unis et entre 610 et 1 370 euros en Europe. Un second aspect est celui du coût des programmes de prévention, qui doit être pondéré par l'efficacité de celle-ci et comparé avec le coût des infections. (24)

L'absence au travail et les infections nosocomiales infligent de sérieux dommages au secteur économique. Les coûts supplémentaires suivants sont générés par les infections nosocomiales: Les coûts des heures supplémentaires de travail du personnel, des analyses médicales, des frais d'hospitalisation, du traitement supplémentaire etc. La promotion et l'application de bonnes pratiques d'hygiène hospitalière contribuent à prévenir les infections nosocomiales et engendrent ainsi la réduction des coûts générés par l'installation de ces surinfections. Une communication de l'Académie Nationale de Médecine en France, le coût direct d'une infection est estimé à 12.000 FF mais la présence d'un germe résistant aux antibiotiques majore le coût du traitement de 50% par rapport au traitement d'un germe sensible. La France a estimé à 5 milliards de francs le coût de prise en charge des infections nosocomiales en 1997. (23)

Alors en somme ; les coûts dus au infections nosocomiales sont répartis en trois groupes : les coûts hospitaliers, les coûts extrahospitaliers, et les coûts sociaux.

- **Les coûts hospitaliers** représentent l'ensemble des coûts directement imputables à l'infection nosocomiale additionnés des coûts indirects hospitaliers qui agrègent tous les frais généraux supposés proportionnels à la durée de l'hospitalisation.
- **Les coûts extrahospitaliers** concernent les dépenses liées à la consommation médicale à domicile augmentés des frais liés à la réadaptation éventuelle du malade.
- **Les coûts sociaux** sont constitués par un ensemble assez hétérogène difficile à évaluer comme les pertes de salaires, les pertes de production, l'invalidité voire le décès. Un autre aspect de l'analyse économique concerne l'évaluation du coût de la prévention. La mise en place d'un programme de prévention permettant de réduire de 30% en moyenne les infections nosocomiales, coûterait près de 200 000 € par an pour un hôpital de 250 lits... (25)

### **5-2-2- Risques Sociaux :**

On ne peut pas minimiser l'impact de la mauvaise pratique de l'hygiène hospitalière sur la société. Il est constitué par les maladies, le prolongement de la convalescence, l'augmentation des dépenses sanitaires, le prolongement de la durée d'hospitalisation, l'absence au travail etc. Les maladies peuvent provoquer une atteinte corporelle momentanée, partielle ou définitive et même un décès, l'évolution des patients touchés par une infection nosocomiale est favorable dans 78% statistiquement, 4,7 gardent des séquelles définitives, et 3 à 4% décèdent (dont 1% par décès direct dû à l'infection et 2-3% en raison de la participation de l'infection à la cause du décès). La mauvaise hygiène hospitalière engendre ou provoque des infections nosocomiales qui font 10.000 décès par an en France par exemple.(23)

C'est pour cela qu'on peut penser que les infections nosocomiales peuvent altérer la confiance des patients en notre système sanitaire et ainsi augmenter leurs angoisses ou leurs craintes au cours de leurs hospitalisations.

En résumé les infections nosocomiales sont responsable :

- de l'augmentation de la mortalité et de la morbidité.
- de la durée moyenne de séjour (variable selon le site de l'infection).
- du coût du traitement de la maladie causale.
- de conséquences sociales pouvant affecter le malade lui-même et sa famille.

# *Chapitre II*

### **II/ 1- Historique Sur Les Coronavirus Et Covid 19 :**

#### **1-1- Au niveau mondial :**

Malgré de nombreux progrès notamment dus à l'hygiène, le risque infectieux est toujours d'actualité, et est à l'origine de près de 14 millions de morts chaque année dans le monde. La quasi-totalité survient dans les pays du Sud dont il représente plus de la moitié des causes de décès (43)

Il y a 18 ans, en 2002, le monde était étonné par l'apparition du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS), soutenu par un coronavirus zoonotique, appelé SRAS-CoV, de la province du Guangdong dans le sud de la Chine. Après environ 10 ans, en 2012, un autre coronavirus similaire a déclenché le syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS-CoV) en Arabie saoudite ; les deux ont causé une pneumonie sévère tuant 774 et 858 personnes avec 8700 cas d'infection confirmés pour le premier et 2494 pour le second, entraînant des pertes économiques importantes. 8 ans plus tard, malgré l'épidémie de MERS persistante dans certaines parties du monde. (44)

Fin 2019, un nouveau coronavirus zoonotique (SARS-CoV-2) et responsable de la maladie à coronavirus (COVID-19), est né de Wuhan, province du Hubei, Chine et il s'est répandu rapidement pour atteindre la quasi-totalité des pays du monde en quelques mois.

Ce virus semble provenir d'une chauve-souris, mais le réservoir intermédiaire reste inconnu. Néanmoins, comme pour le SRAS-CoV et le MERS CoV, l'effet de débordement lié à la promiscuité animal-humain, cependant, des preuves de transmission interhumaine du SRAS-CoV-2 se sont accumulées et, par conséquent, l'épidémie semble se propager par transmission interhumaine dans une grande partie du monde. (44)

#### **Chronologie de la covid 19 :**

- Des grappes de pneumonie d'étiologie inconnue ont été signalées pour la première fois de Wuhan en décembre 2019 à la Commission nationale de la santé de Chine. Le 13 janvier 2020, l'OMS a signalé les premiers cas en dehors de la Chine en Thaïlande. Le virus a été nommé SARS-CoV-2 par l'OMS le 11 février 2020 et la maladie a été nommée COVID-19. Le 14 février 2020, l'Afrique a eu son premier cas confirmé de coronavirus après qu'une personne en Égypte ait été testée positive pour la maladie.

- Fin février et début mars, plusieurs rapports internationaux sur le SRAS-CoV-2 ont confirmé que plus de 82 000 personnes avaient été infectées et que plus de 2 800 patients étaient décédés dans le monde. L'OMS a déclaré officiellement le COVID-19 (45)

### **La pandémie :**

- Le 11 mars 2020, alors que la maladie virale a envahi au moins 114 pays et tué plus de 4000 personnes. Lorsque l'Italie était l'épicentre de la pandémie de COVID-19, environ 7000 nouveaux cas de coronavirus infectés étaient enregistrés par jour dans le pays le 21 mars 2020. Sept jours plus tard, le nombre a grimpé à plus de 600 000 cas, le nombre de morts atteignant 27 000. (45)
- Cependant, on pensait que l'ampleur réelle de l'épidémie était significativement plus élevée. Les infections mondiales confirmées ont atteint 1 000 000 avec un bilan mondial de 50 000 morts le 1er avril 2020. Au cours des 2 semaines suivantes, les États-Unis ont signalé 500 000 cas enregistrés et un nombre de morts dépassant celui de l'Italie avec 19468 décès. (45)
- Tout au long du mois d'avril, les responsables américains ont allégué que la Chine sous-déclarait le nombre total de cas et de décès ; le 25 avril 2020, il n'y a eu aucun nouveau cas ni rapport de décès pendant 10 jours consécutifs, alors que le nombre de morts dans le monde a dépassé environ 200 000 personnes. Le SRAS-CoV-2 continue de se propager à travers le monde, avec environ 12,7 millions de cas confirmés dans 213 pays. Plus de 560 000 personnes sont décédées. Les États-Unis à eux seuls comptent plus de 3,3 millions de cas confirmés, bien plus que le total des cas confirmés signalés par tout autre pays (le deuxième plus élevé étant le Brésil avec plus de 1,8 million) au 12 juillet 2020. (45)
- Le 6 août : les États-Unis dépassent la barre des 160 000 morts et le Mexique atteint la barre des 50 000 décès. (46)
- Le 27 septembre : 1 million de décès liés au Covid-19 ont été recensés dans le monde (46)
- Le 8 novembre : plus de 50 millions de cas ont été recensés dans le monde (8)
- Le 9 novembre : Les États-Unis dépassent la barre des 10 millions de cas de contaminations et la France franchit la barre des 50 000 décès le 24 novembre 2020. (46)
- Le 27 décembre 2020, 80 782 889 cas ont été rapportés à travers le monde. 1 764 856 personnes en sont décédées. (47)



- 1er janvier : Les États-Unis franchissent le cap des 20 millions d'infections
- 10 janvier : Plus de 90 millions de cas sont recensés à l'échelle de la planète
- 24 Janvier : Les États-Unis franchissent le cap des 25 millions d'infections.
- 26 janvier :
  - Plus de 100 millions de cas sont recensés à l'échelle de la planète
  - Le Royaume-Uni franchit le cap des 100 000 morts
- 24 février : Plus de 2,5 millions de décès sont rapportés à l'échelle de la planète depuis le début de la pandémie. (46)
- Aujourd'hui plus d'une année après le déclenchement de la maladie dans la Province de Hubei, le monde déplore plus de 2,5 millions de décès qui sont rapportés à l'échelle de la planète depuis le début de la pandémie à la date du 24 février 2021 avec un chiffre effrayant qui dépasse largement les 100 millions de cas recensés dans le monde. (46)

### **1-2- En Algérie :**

- En Algérie, elle se propage à partir du 25 février 2020 lorsqu'un ressortissant italien est testé positif au SARS-CoV-2.
- À partir du 1<sup>er</sup> mars 2020, un foyer de contagion se forme dans la wilaya de Blida, seize membres d'une même famille ont été contaminés par le coronavirus lors d'une fête de mariage à la suite de contacts avec des ressortissants algériens en France, le 12 mars 2020 ; le premier décès d'un patient atteint du covid-19 est enregistré dans la wilaya de Blida. (49)
- Progressivement, l'épidémie se propage pour toucher toutes les wilayas algériennes, 13 mars 2020 : Le premier cas de covid-19 est confirmé dans la capitale, à Alger, et dans d'autres régions du pays
- Le 22 mars 2020 : Le Ministre de la Santé annonce que l'Algérie est passée au niveau trois de l'épidémie.
- Le **14 octobre** l'Algérie comptabilise **53.584** cas infectés ; par le Coronavirus et c'était le début de la 2<sup>ème</sup> vague de contamination (49)
- Au 20 décembre 2020, l'Algérie comptabilise 94 371 Cas et 2 647 décès. (Selon les statistiques officielles de L'OMS).

## CHAPITRE II : SARS-COV2

---

- Début janvier l'Algérie franchit la barre des 100 000 cas confirmés. Au cours du mois il y avait 7 637 nouveaux cas et 137 décès, portant le nombre de cas à 107 247 dont 2 893 décès. (48)
- En février il y avait 5 753 nouveaux cas et 92 décès, portant le nombre de cas à 113 000 dont 2 985 décès. (48)
- 01 mars 2021 : Les autorités annoncent la reconduction du confinement. (48)

### **II/2- Pouvoir mutagène du Sars Cov 2 :**

Le **Sars-Cov-2** est un virus qui appartient à la famille des coronavirus (**cov**), dénomination liée à la « couronne » que forment certaines protéines à la surface de ces virus.

Il a été identifié pour la première fois à wuhan en chine, en décembre 2019.

Plusieurs coronavirus sont déjà connus pour être capables d'infecter les humains :

Trois coronavirus saisonniers responsables de symptômes hivernaux sans gravité (rhumes).

- le SARS-COV responsable du syndrome respiratoire aigu sévère (sras).
- MERS-COV responsable d'une atteinte respiratoire potentiellement sévère (*middle east respiratory syndrome*).
- **le SARS-COV-2 est le septième coronavirus pathogène pour l'homme. il est responsable de la maladie covid-19 (*coronavirus disease 2019*).**(26)

Les **coronavirus** ont fait l'objet d'une abondante littérature, surtout du fait des maladies qu'ils induisent dans certaines espèces animales d'élevage et des problèmes socio-économiques qui en découlent.

Bien que ces maladies soient bénignes, certains auteurs notaient, dès 1998, que «la capacité d'évolution et d'adaptation des coronavirus est importante et peut engendrer l'apparition de **variante** dont le pouvoir pathogène serait modifié en faveur du virus». (27)

Le séquençage complet de plusieurs isolats du **Sars-Cov (severe acute respiratory syndrome coronavirus)** issus de malades atteints du SRAS met en évidence les similitudes et les différences entre ce nouveau virus et les souches de coronavirus préalablement caractérisées. (27)

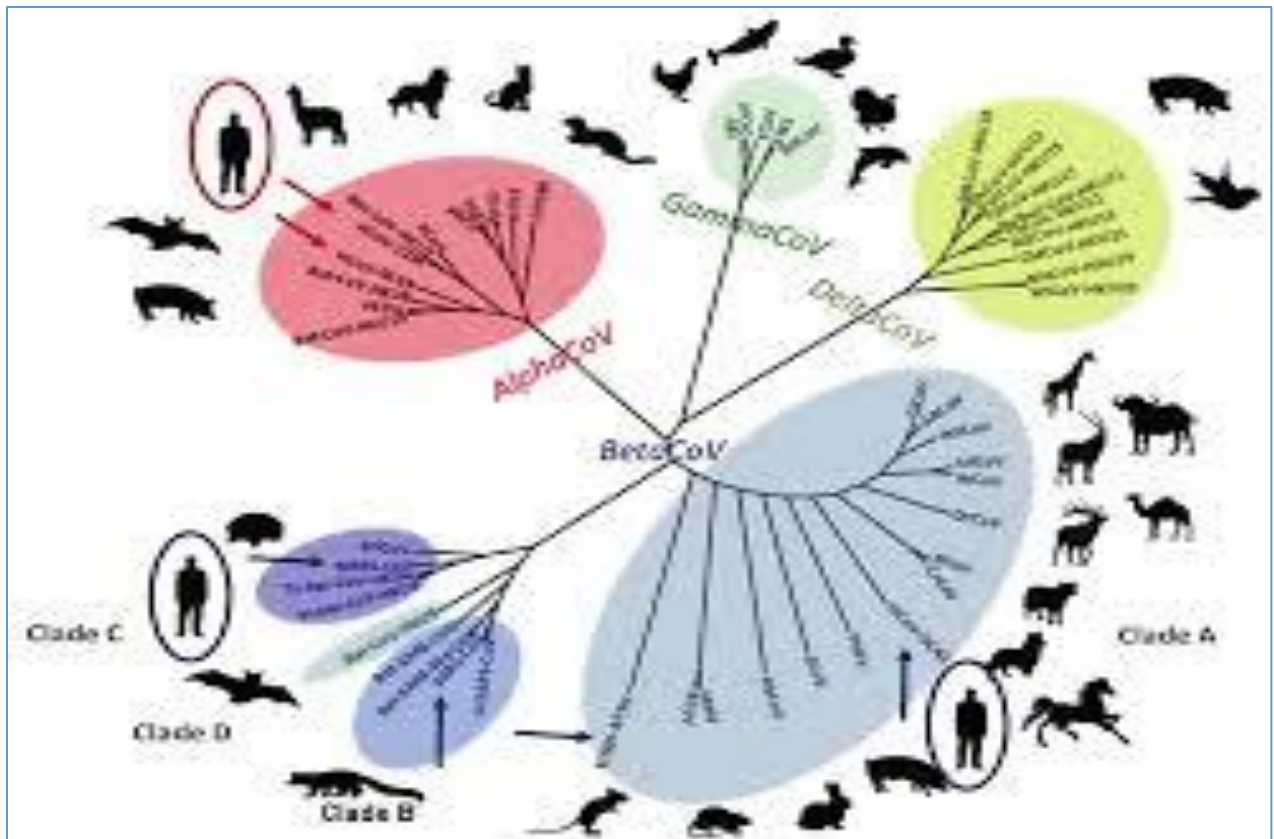


Figure 4 : Arbre phylogénétique des Coronavirus

Les Orthocoronavirinae sont divisés en 4 genres, les alpha, beta, gamma et delta Coronavirus. Six souches de Coronavirus infectent l'Homme, les souches HCoV229E, -NL63, -HKU1, -OC43 ainsi que les souches MERS-CoV et SAR-CoV. (28)

## 2-1- Physiopathologie des Coronavirus :

### 2-1-1- Épidémiologie des Coronavirus :

Jusque-là fin de l'année 2019, six souches de Coronavirus avaient été capables d'infecter l'Homme figure 5.

Les souches hCoV-229E, NL63, HKU1 et OC43 sont retrouvées dans la population générale de manière endémique et sont généralement associées à des pathologies bénignes. (29)

En 2002, a émergé dans la province de Guangdong en Chine une nouvelle souche de Coronavirus humain appelée SARS-cov. L'infection s'est poursuivie jusqu'en juillet 2003 faisant 8096 cas à travers le monde et causant 774 décès. (30)

## CHAPITRE II : SARS-COV2

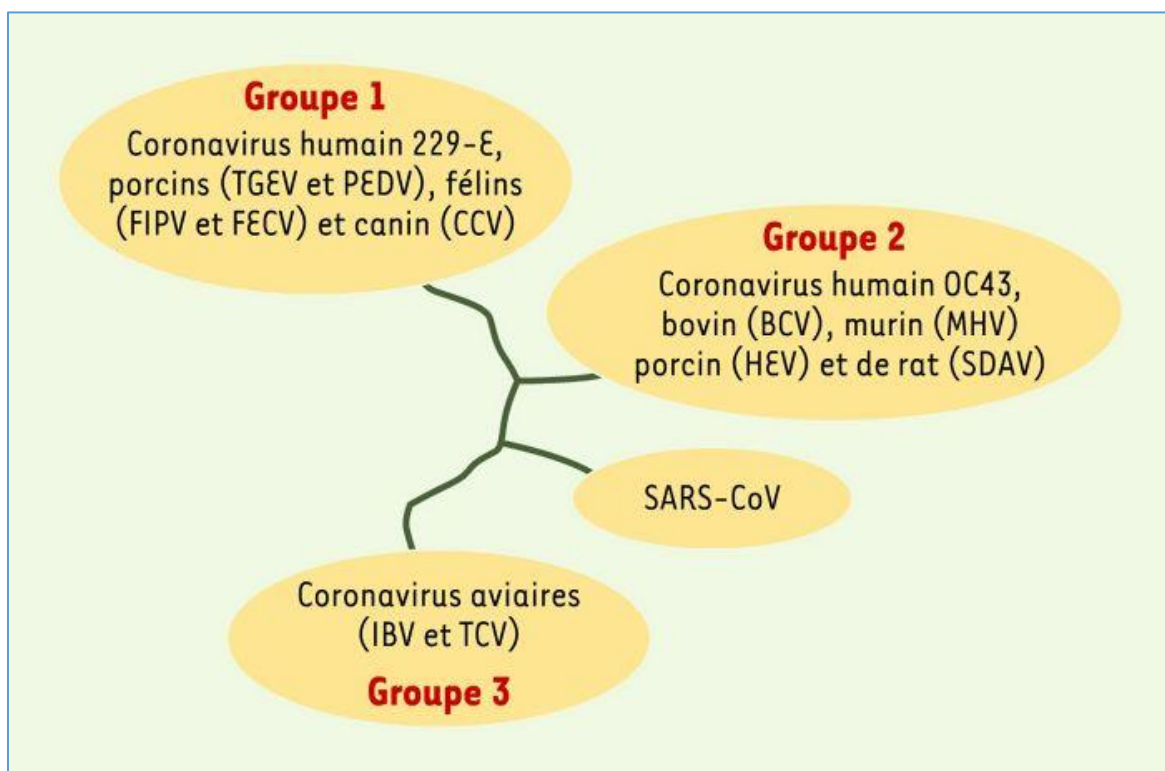
En 2012, le MERS-cov est identifié à partir d'un patient Saoudien décédé des suites de détresse respiratoire.

Cette nouvelle souche de Coronavirus a un taux de mortalité avoisinant les 35% malgré une transmission inter-humaine relativement faible.

Depuis le premier cas d'infection, 27 pays ont notifié des cas de MERS-Cov dont l'Arabie Saoudite qui a recensé 80% des cas humains.

A ce jour, 2 279 cas ont été reportés par (OMS) dont 806 décès. (31)

Fin 2019 l'épidémie liée au coronavirus SARS-cov-2 s'est propagée dans le monde Il a été identifié pour la première fois à Wuhan en Chine, ainsi la recherche se mobilise pour accélérer la production des connaissances sur ce virus, sur la maladie qu'elle provoque (Covid-19) ainsi que les moyens de la guérir et de la prévenir.



**Figure 5 :** Arbre phylogénétique simplifié des différents coronavirus connus.

Les coronavirus sont subdivisés en trois groupes sur la base des propriétés antigéniques et des homologies de séquences. Le SARS-CoV n'appartient à aucun des groupes déjà identifiés

(d'après [2, 3, 5]). TGEV, transmissible gastroentéris virus ; PEDV, porcine epidemic diarrhée virus ; FIPV, feline infectieuse péritonite virus ; FECV, feline entérique coronavirus ; CCV, canine coronavirus ; BCV, bovine coronavirus, MHV, murine hépatite virus ; HEV, hémagglutinant encéphalomyélite virus ; SDAV, sialodacryoadénite virus ; SARS-CoV, syndrome respiratoire sévère coronavirus ; IBV, infectieuse bronchite virus ; TCV, turkey coronavirus (28)

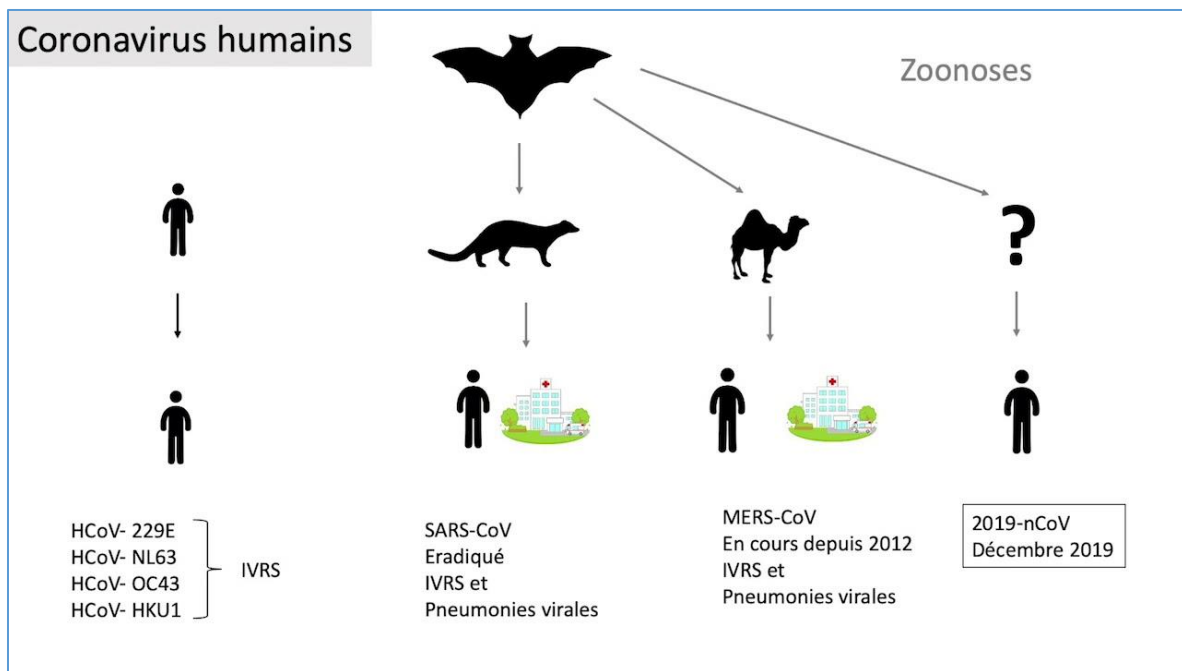


Figure 6 : coronavirus humains (8)

### 2-1-2- Structure et Biologie moléculaire :

- Coronavirus connus :

Leur génome comme le pressante la Figure 7 est constitué d'un ARN linéaire simple brin, non segmenté, de polarité positive (qui peut donc être directement traduit en protéine), d'environ 30kb (le plus grand des virus à ARN) (29) et qui code pour 7 à 10 protéines.

Certaines de ces protéines sont bien caractérisées comme la réplicase et

- les protéines structurales N (nucléocapside),
- S (spike), E (enveloppe, aussi appelée sM) ,
- M et M' (membrane),

- la protéine de surface HE (hémagglutinine esterase) qui n'est présente que chez certains coronavirus.
- La protéine N est une nucléoprotéine qui s'associe à l'ARN pour former la nucléocapside.
- La protéine S, comme la protéine E, est une protéine de l'enveloppe. Glycoprotéine de grande taille (de 1100 à 1450 acides aminés), elle forme des extensions (spicules) à la surface de la particule virale et est responsable de l'attachement à la cellule hôte et de la fusion membranaire lors de l'infection, ainsi que de l'induction d'anticorps neutralisants.
- La protéine M est la protéine majoritaire de la capsid, mais elle est également insérée dans l'enveloppe où elle interagit avec la protéine S, et présente au niveau de la nucléocapside où elle interagit avec la protéine N.
- La protéine M' serait une protéine M modifiée.
- Le gène de la réplicase code pour une protéine présumptive de 740 à 800 kDa qui présente des homologues de séquence avec diverses protéines (protéases, ARN polymérase dépendante de l'ARN, facteur de croissance et protéine à doigt de zinc) qui sont produites par coupure protéolytique du produit de traduction primaire. (34)

- **SARS-Cov :**

Deux équipes, l'une américaine et l'autre canadienne, ont réalisé le séquençage complet du génome des coronavirus isolés à partir des prélèvements réalisés sur des patients atteints de SRAS.

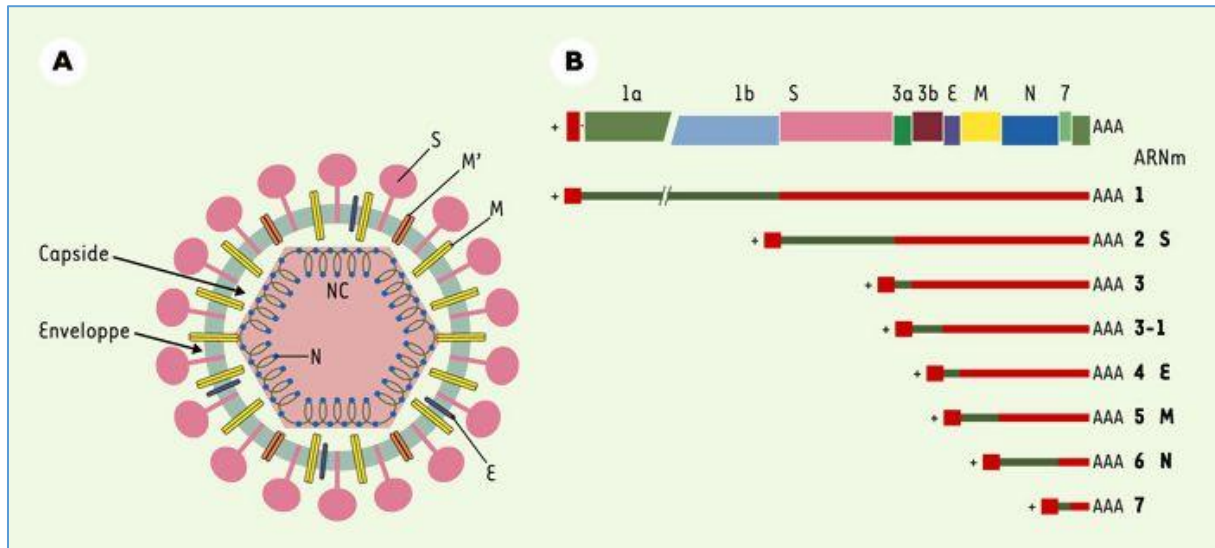
Les deux séquences ne varient que par une dizaine de bases sur 29 000.

La séquence confirme l'appartenance du virus au groupe des coronavirus, mais diffère de celle des deux coronavirus humains connus.

On y retrouve les gènes codant pour les protéines de structure, pour la réplicase et une dizaine de cadres de lecture codant pour des protéines qui ne présentent aucune homologie de séquences avec des protéines déjà caractérisées.

Le gène de la protéine de surface HE est absent du génome du SARS-CoV2.

La comparaison de séquence avec les réplicases et les protéines N, M, S et E des coronavirus déjà connus produit des pourcentages d'identité qui varient de 20 à 50 % et place le SARS-CoV2 dans un nouveau groupe qui ne semble pas avoir évolué à partir d'un coronavirus déjà connu. (35)



**Figure 7 :** Structure des coronavirus

**A .** Représentation schématique d'une particule virale. L'enveloppe est formée des protéines S (*spike*), M et M' (membranaires) et E (enveloppe). La nucléocapside (NC), formée par l'ARN génomique associé à la protéine N, est contenue dans la capsidie, elle-même entourée de l'enveloppe.

**B .** Structure schématique de l'ARN génomique et des ARN subgénomiques d'un coronavirus prototype. L'ARN génomique (brin +) code pour les protéines d'enveloppe et de nucléocapside ainsi que pour la réplicase, transcrite à partir de l'ORF (*open reading frame*) 1a puis de l'ORF 1b par changement de phase de lecture. La polyprotéine produite par l'ORF 1a/1b est ensuite protéolysée en diverses protéines qui forment le complexe réplcatif. Les protéines structurales S, M, N et E sont traduites à partir de la première phase de lecture (en vert) des ARNm initiés en aval dans la séquence génomique du coronavirus. À l'extrémité 5' des ARN, une séquence 5'-*leader* est présente, identique à l'extrémité 5' de l'ARN génomique (boîte rouge).AAA = polyadénylation . (36)



### 2-1-3- Cycle de réplication :

- **Coronavirus connu :**

Le virus se réplique dans le cytoplasme des cellules infectées (Figure 8).

Le génome viral pénètre dans le cytoplasme par endocytose et/ou fusion membranaire.

À partir de l'ARN génomique, une polymérase est traduite qui synthétise, par un mécanisme encore mal connu, un brin d'ARN de polarité négative. Celui-ci servira de matrice pour la production d'ARN messagers codant pour les différentes protéines de capsid, et d'ARN génomiques qui seront ensuite en capsides. Les particules virales sont transportées et relarguées à la surface des cellules via l'appareil de Golgi.

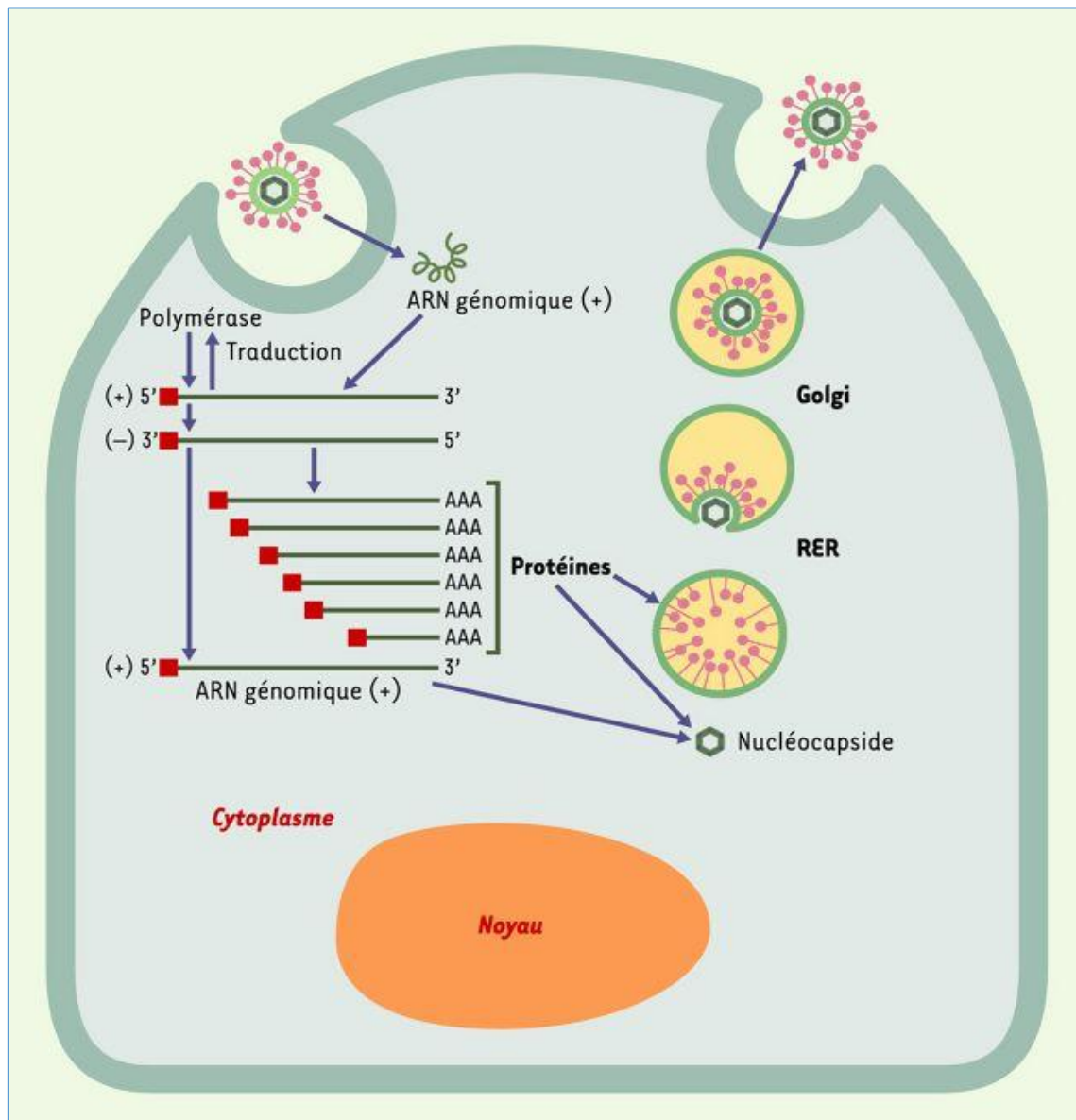


Figure 8 : Cycle infectieux d'un coronavirus.(37)

L'ensemble du processus de réplication virale a lieu dans le cytoplasme.

Après interaction des protéines S avec des récepteurs cellulaires et fusion membranaire, l'ARN génomique viral introduit dans le cytoplasme donne naissance, par traduction, à la réplicase qui porte l'activité polymérase.

La polymérase permet la production d'ARN génomique et d'ARNm codant pour les différentes protéines structurales du coronavirus.

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. La séquence 5'-*leader* à l'extrémité 5' des ARN est représentée en rouge. AAA: polyadénylation. (38)

- **SARS-CoV:**

La protéine de nucléocapside N du SARS-CoV contient une séquence riche en acides aminés basiques qui est absente de tous les autres coronavirus connus et qui pourrait être un signal de translocation nucléaire.

Il est possible que cette protéine ait acquis une nouvelle fonction nucléaire qui pourrait expliquer le pouvoir pathogène de ce virus (39)

### **2-1-4- Récepteurs cellulaires :**

- **Coronavirus connus :**

Des récepteurs cellulaires responsables de l'interaction avec la protéine S des coronavirus ont été identifiés pour plusieurs souches de coronavirus.

Les virus du groupe 1 (dont l'HCoV 229 E) utilisent l'aminopeptidase N comme récepteur, une métalloprotéase présente à la surface des cellules épithéliales de l'intestin, du poumon et du rein.

D'autres coronavirus, dont l'HCoV OC43, interagissent avec les résidus de type acide sialique sur les glycoprotéines cellulaires *via* la protéine de surface HE, présente chez les virus du groupe 2.

Des données récentes obtenues *in vitro* sur un coronavirus à tropisme gastro-intestinal suggèrent que ces deux types d'interactions pourraient être nécessaires à l'infection des cellules de l'épithélium intestinal *in vivo*.

Le complexe majeur d'histocompatibilité de classe I a également été décrit comme récepteur de l'HCoV OC43. (40)

- **SARS-CoV :**

La faible homologie entre les protéines S du SARS-CoV et des autres coronavirus connus (20 à 27%) ne permet pas d'émettre d'hypothèses quant au type de récepteur cellulaire impliqué dans l'infection par ce nouveau coronavirus. On note cependant l'absence du gène codant pour la protéine HE chez le SARS-CoV. (41)

### **2-1-5- Pouvoir mutagène des coronavirus :**

- **Coronavirus connus :**

Les coronavirus, comme de nombreux autres virus à ARN, présentent une variabilité génétique importante.

Elle est à la fois la conséquence de l'absence d'activité de correction d'erreur de l'ARN polymérase responsable de la réplication de leur matériel génétique et d'une fréquence élevée de recombinaison.

Dans le cas du coronavirus murin MHV (*mouse hepatitis virus*), la recombinaison peut survenir avec une fréquence de 1,3% pour 1300 nucléotides, et atteindre ainsi 25% pour l'ensemble du génome. Des événements de recombinaison ont également été observés lors de la co-infection d'oeufs fécondés avec deux souches de coronavirus aviaires.

Cette variabilité génétique a été dans le passé la cause d'un changement de tropisme d'une souche de coronavirus porcine. *In vitro*, la seule modification d'un acide aminé dans la région amino-terminale de la protéine S a permis de modifier le tropisme d'une souche de coronavirus porcine qui, de gastro-entérique et respiratoire, est devenu exclusivement respiratoire. (42)

- **SARS-CoV :**

La séquence des protéines prédite à partir du séquençage complet du génome du SARS-CoV n'est pas en faveur de son émergence par mutation ou recombinaison de coronavirus connus.

Les pourcentages d'homologies caractérisés sont faibles et s'appliquent à des domaines dispersés au sein des protéines.

Les données actuellement disponibles suggèrent que le SARS-CoV pourrait être issu soit d'un coronavirus humain non pathogène, et de ce fait jamais identifié, soit du franchissement de barrière d'espèce par un virus non caractérisé. (42)

### **2-2- Physiopathologie du Sars-Cov-2**

#### **2-2-1 Introduction:**

D'abord dénommé « **coronavirus de Wuhan** » puis « **nouveau coronavirus 2019** » (**2019-nCoV**), son nom officiel SARS-CoV-2 a été choisi le 11 février 2020 par l'International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV),(50)

Le SARS-CoV-2 appartient à la famille des coronavirus (CoV), dénomination liée à la « couronne » que forment certaines protéines à la surface de ces virus. Il a été identifié pour la première fois à Wuhan en Chine, en décembre 2019.

Pour le Sars-CoV-2, une mutation a été plus particulièrement relayée par les médias : il s'agit de la mutation dite « D614G », qui a été détectée dans les phases précoces de l'épidémie et s'est diffusée largement dans le monde.

Etienne Simon-Lorière, responsable du laboratoire « Évolution génomique des virus ARN » à l'Institut Pasteur, a fait un point sur les connaissances actuelles des mutations du Sars-Cov-2 lors d'une conférence en ligne organisée par l'Académie des sciences le 8 octobre 2020.

Selon le chercheur, de plus en plus de données expérimentales suggèrent que la mutation a pour effet d'augmenter légèrement la stabilité d'une protéine virale, ou d'améliorer son efficacité.

Située à la surface du virus, cette protéine, appelée spicule ou « spike », permet au coronavirus de rentrer à l'intérieur des cellules. La mutation « D614G » le rendrait ainsi plus « transmissible ».

Pour le moment, il n'y aurait pas de changement de virulence du virus lié à ce variant : les symptômes de la maladie qu'il provoque sont les mêmes, ainsi que leur sévérité.

Suivre les mutations du Sars-Cov-2 est très important pour la recherche, notamment en vue d'optimiser les vaccins développés contre le virus.(51)

### **2-2-2 Émergence du Sars-Cov2**

La nouvelle décennie du 21 siècle (2020) a commencé avec l'émergence d'un nouveau coronavirus connu sous le nom de SARS-CoV-2 qui a provoqué une épidémie de coronavirus (COVID-19) à Wuhan, en Chine.

Il s'agit du troisième coronavirus hautement pathogène et transmissible après l'apparition du coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS-CoV) et du coronavirus du syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS-CoV) chez l'homme.

La source d'origine, la transmission à l'homme et les mécanismes associés à la pathogénicité du SRAS-CoV-2 ne sont pas encore clairs, cependant, sa ressemblance avec le SRAS-CoV et plusieurs autres coronavirus de chauve-souris a été récemment confirmée par des études liées au séquençage du génome.

Le développement de stratégies thérapeutiques est nécessaire pour prévenir de nouvelles épidémies et guérir les infections. (52)

### **2-2-3 Structure de la partie virale du Sars-Cov2:**

#### **2-2-3-1 La structure du virus Sars cov 2**

Le virus présente une certaine variabilité de forme (ronde à ovale).(53)

#### **2-2-3-2 Taille du virus Sars cov 2**

Son diamètre moyen serait de 67 nm selon Flammer & al, compris entre 60 et 140 nm selon Zhu et ses collègues, alors que les particules virales du SARS-CoV (responsable de la pandémie de SRAS en 2002-2003), telles que mesurés à partir de microscopie électronique ultrafine avaient, elles, un diamètre plus faible : de 50 à 80 nm; dans tous les cas, le virus est toujours d'assez grande taille (pour un virus), largement suffisant pour être assez facilement vu (y compris sur des coupes minces) au microscope électronique, sans toutefois qu'on puisse le distinguer par sa forme d'autres coronavirus.(53)

À partir d'images faites en microscopie électronique d'échantillons venant de patients atteint de COVID-19, plusieurs équipes scientifiques ont aussi noté la présence de particules ultrastructurales évoquant des virus

. Ces particules sont rondes (sans spicules externes).

Leur diamètre est comparable à celui de virus SARS-CoV-2 (une étude récente a mesuré 6 particules de ce type chez des patients infectés par le SARS-CoV-2 ; leur diamètre varie de 70 à 110 nm).

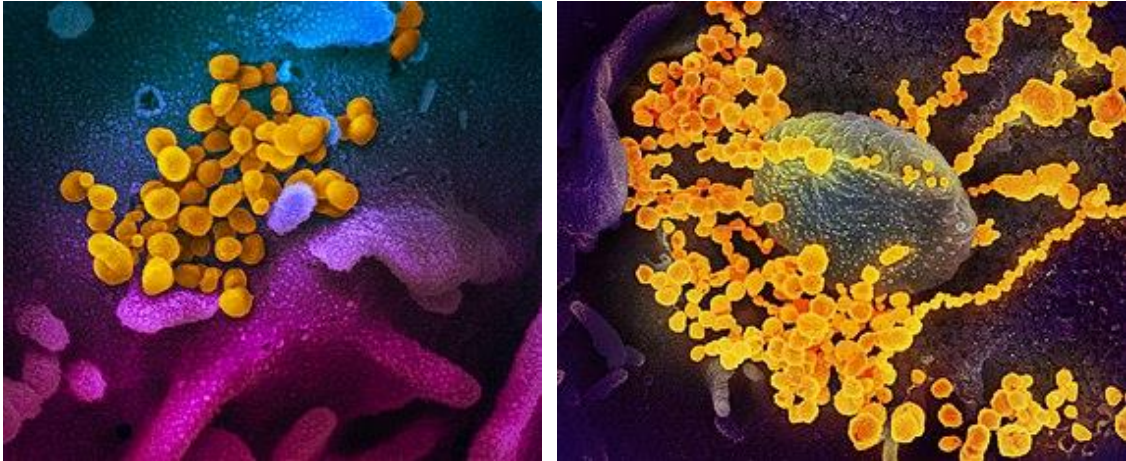
On a aussi observé des structures « tubulo-réticulaires » situées près de ces particules sphériques, structures qui pourraient être liées à des changements de membrane associés tels que décrits par Goldsmith et ses collègues en 2004 dans des isolats de SARS-CoV cultivés en culture cellulaire , qui ont observé ces structures rondes dans une allogreffe de rein obtenue post-mortem lors d'une autopsie.

Des virologues et des infectiologues américains estiment que ces particules rondes ne peuvent pas être des coronavirus. Selon eux, pour diverses raisons, il s'agit plutôt de « coupes transversales du réticulum endoplasmique rugueux (RER) », car :

- « ces structures sphériques sont entourées de points sombres, qui pourraient avoir été interprétés comme des pointes sur des particules de coronavirus mais sont plutôt des ribosomes » ;
- sur l'image, « ces particules rondes sont libres dans le cytoplasme, alors que dans une cellule infectée par un coronavirus, les agrégats de particules virales devraient se trouver dans les zones liées à la membrane, dans les « citernes de Golgi » de la région RER-Golgi, où les pointes seraient situées à l'intérieur de l'espace cisternal » ;
- « des coupes transversales à la nucléocapside virale ne sont pas visibles à l'intérieur de ces structures, comme on devrait en trouver s'il s'agissait de particules de coronavirus ».

Une autre hypothèse explicative pourrait être que comme « la plupart des autres rapports récents de patients atteints de COVID-19 décrivent également des résultats post-mortem, on ne sait pas dans quelle mesure le type de tissu (culture cellulaire, matériel de biopsie frais ou matériel d'autopsie), le temps de fixation et l'autolyse post-mortelle modifient les structures subcellulaires en préparation pour EM ». Un moyen de savoir si ces structures rondes sont ou non des virions anormaux (sans spicules, c'est-à-dire sans protéine S) de SARS-CoV-2, serait une imagerie immuno-EM.

Quelques études se sont penchées sur ces organoïdes vasculaires.



**Figure 9** : Image du microscope électronique à balayage. (54)

### **2-2-3-3 Localisation:**

On a d'abord pensé que le virus était essentiellement présent dans l'arbre respiratoire et le système digestif, mais des études ont montré qu'il peut aussi infecter les vaisseaux sanguins<sup>29</sup>, via la voie ACE2<sup>33</sup>. En particulier, on peut le retrouver dans le système nerveux, et un tropisme rénal (avec endothélite) est maintenant admis (des protéines des SARS-CoV-2 ont été retrouvées dans les cellules endothéliales et épithéliales glomérulaires humaines).

Dans les cas sévères de COVID, l'endophlébite s'inscrit dans une réponse inflammatoire générale de l'hôte (hyper inflammation, se traduisant dans le système vasculaire par une altération des cellules endothéliales, pouvant conduire à un état pro thrombotique, et à des complications microcirculatoires vasculaires, observées au sein de différents organes et systèmes chez les malades sévèrement touchés par la COVID-19.<sup>(53)</sup>

### **2-2-3-4 Biologie moléculaire du Sars-Cov2:**

Le génome du virus a été séquencé le 5 janvier 2020 à l'université Fudan de Shanghai en Chine. Il est constitué d'un ARN simple-brin de 29 903 nucléotides, contenant 15 gènes.

En termes d'homologie, le SARS-CoV-2 est :

- à 96 % identique à celui de BetaCoV/bat/Yunnan/RaTG13/2013, un coronavirus d'une chauve-souris chinoise du genre *Rhinolophe* : *Rhinolophus affinis* ;
- à 91 % identique à un coronavirus présent chez les pangolins javanais (99 % localement, pour les 74 acides aminés d'une région particulière de la protéine S qui assure la fixation au récepteur cellulaire ACE2, déterminant pour la spécificité d'hôte.

## CHAPITRE II : SARS-COV2

- à 79,5 % identique à celui du SARS-CoV.
- à 50 % identique à celui du MERS-CoV.(53)

Gène	Nombre d'acides aminés	Protéine
ORF1ab	7 096	Polyprotéine ORF1ab
ORF10	38	Protéine ORF10
ORF1a	4 405	Polyprotéine ORF1a
ORF2	1 273	Péplomère (protéine S)
ORF3a	275	Protéine ORF3a
ORF9	419	Phosphoprotéine de capsid (protéine N)
ORF4	75	Protéine d'enveloppe (protéine E)
ORF5	222	Protéine membranaire (protéine M)
ORF6	61	Protéine ORF6
ORF7a	121	Protéine ORF7a
ORF7b	43	Protéine ORF7b

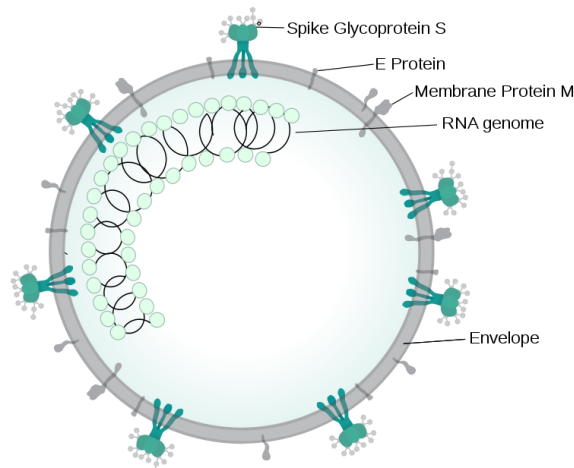
**Tableau 1** : Gènes exprimés par SARS-CoV-2 (55)



Chaque **virion** SARS-CoV-2 mesure de 50 à 200 nanomètres de diamètre, ce qui le fait classer parmi les gros virus<sup>146</sup>.

Le premier **génom**e entièrement séquencé est celui de la souche Wuhan-Hu-1, diffusé le 23 janvier 2020, deux semaines après la découverte de la maladie.

Le génome viral est un ARN monocaténaire de 29903 **nucléotides**, ce qui est typique d'un **Betacoronavirus**.



**Figure 10** : Structure schématique d'un virion de SARSr-CoV.(56)

Comme d'autres coronavirus, le SARS-CoV-2 possède quatre protéines structurales :

1. **protéines S** (dites *protéine spike* ou *protéine spicule*) : elles forment les péplomères, protubérances de la « couronne » des particules virales, présumées essentielles pour lier le virus à un (ou plusieurs) récepteurs(s) en surface d'une cellule (après activation par une autre protéine de la membrane cellulaire).

Ces protéines semblent être l'un des principaux déterminants du tropisme viral (« le tropisme d'un virus se définit comme l'ensemble des cellules cibles et permissives à ce virus.

Le connaître permet de déterminer le ou les organes cibles, ainsi que la ou les espèces animales pouvant être infectées ».

Les virus à ARN mutent facilement ; quand une mutation permet au virus de changer son tropisme, il peut, soit franchir la barrière des espèces et infecter un nouvel hôte (humain, porc par exemple), soit cibler un autre organe (péritonite infectieuse fatale du chat et du furet par exemple, avec un autre coronavirus). La publication du génome viral a permis de la modéliser (voir ci-contre).

Elle a aussi été décrite au niveau atomique par la microscopie électronique cryogénique. Cette protéine S semble plus efficace que celle du SARS-CoV-1 car donnant au SARS-CoV-2 une affinité pour l'ACE2 10 à 20 fois plus élevée que celle du virus du SRAS ; ceci expliquerait pourquoi la Covid-19 se répand bien mieux que le SRAS.

Un segment de cette protéine *spicule* semble caractéristique du SARS-CoV-2.

2. **protéine E** (enveloppe) ;
3. **protéine M** (membrane) ;
4. **protéine N** (nucléocapside) ; c'est elle qui enveloppe et protège l'ARN viral (le code génétique du virus).

Les protéines S, E et M constituent, ensemble, l'enveloppe virale.

Outre un segment de la protéine S (spicule), un court gène supplémentaire semble également spécifique à ce virus (segment dont la réalité biologique et le rôle éventuel étaient fin janvier encore à démontrer).(56)

### **2-2-3-5 Cycle infectieux du Sarc-Cov2:**

Le virus pénètre dans l'organisme via les voies aériennes, depuis le nez et la bouche. Une partie de sa protéine de surface (la région RBD de la protéine S) se fixe au récepteur ACE2 exprimé à la surface des cellules qui tapissent nos voies respiratoires. Une autre protéine cellulaire (TMPRSS2) permet ensuite au virus de pénétrer dans la cellule. Une fois à l'intérieur, il utilise la machinerie cellulaire de l'hôte pour s'y multiplier. De nouveaux virions se forment et vont infecter de nouvelles cellules.

Ainsi, l'affinité de la liaison entre la protéine S et le récepteur ACE2 détermine le niveau de la réplication virale et la sévérité de la maladie. Bloquer expérimentalement le récepteur ACE2 ou TMPRSS2 permet d'empêcher le virus de pénétrer dans les cellules et se répliquer.

Le récepteur ACE2 est présent à la surface d'autres cellules que celles du tissu respiratoire, comme au niveau du système digestif, du cœur ou des vaisseaux sanguins... Ceci explique vraisemblablement l'existence de symptômes extra pulmonaires.

Mais le mécanisme par lequel les récepteurs ACE2 sont activés au niveau de ces organes reste à déterminer. (57)

Le cycle viral du SARS-CoV-2 et les cibles thérapeutiques à l'étude ©Inserm/Camille Henry (57)

- **Liaison de SARS-CoV-2 et pénétration dans les cellules:**

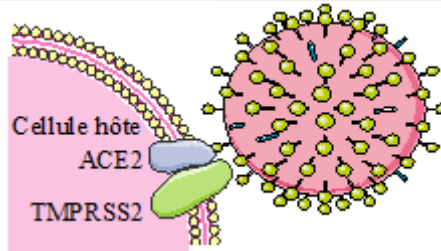
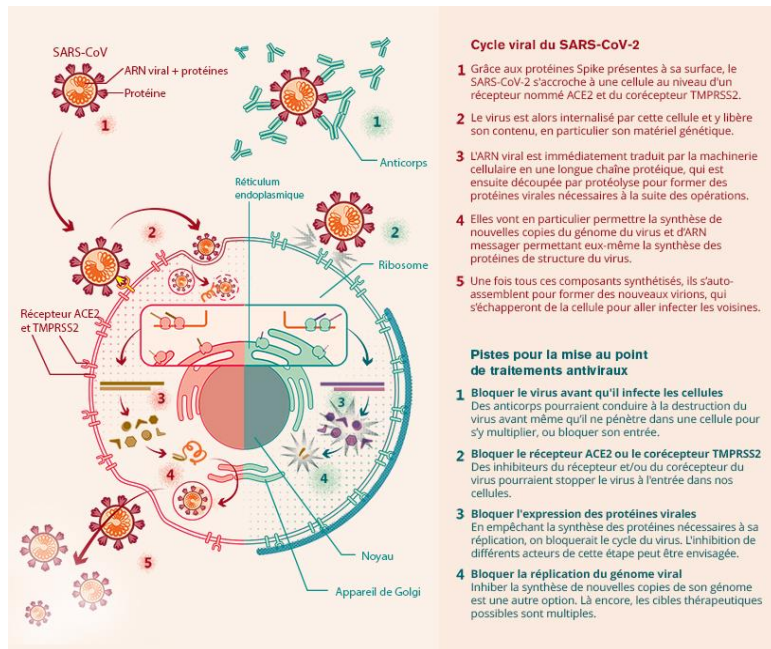


Figure 11 : Liaison de SARS-CoV-2 à la membrane cellulaire (58)

Le virus est un pathogène intracellulaire obligatoire, et doit pénétrer dans une cellule hôte pour pouvoir se multiplier (on parle de réplication).

La première étape de ce processus est donc l'**entrée** du matériel viral dans le cytoplasme après avoir franchi la membrane cellulaire. L'étape d'entrée débute par l'attachement de la particule virale à la surface de la cellule. Celle-ci repose sur l'interaction entre les spicules à la surface de la particule virale (protéine S du SARS-CoV-2) et la glycoprotéine *angiotensine-converting enzyme* (ACE2) qui agit en tant que récepteur d'entrée (Figure 12).

Après fixation à ACE2, la spicule virale (S) est coupée en deux parties par une protéase (enzyme qui coupe les protéines) de la cellule hôte.

Cet évènement moléculaire est nécessaire pour exposer une partie de la séquence polypeptidique de S appelée « peptide de fusion » qui s'insère dans la membrane cellulaire. S'ensuit un rapprochement entre l'enveloppe du virus et la membrane cellulaire, toutes deux formées par une bicouche lipidique qui fusionneront donc (2).

Parmi ces protéases, la molécule TMPRSS2 qui est présente à la surface de la cellule permet la fusion du virus avec la membrane plasmique de la cellule hôte.

Le virus peut également entrer par « endocytose »: la fixation de Spike à ACE2 va induire une invagination de la membrane plasmique, englobant le virus qui rentre dans un « endosome » où une protéase, activée par l'acidité de ce compartiment, permettra de déclencher la fusion entre la membrane endosomale et la membrane virale. La fusion entre les membranes cellulaires et virales libère l'ARN viral dans le cytoplasme cellulaire où se met en place la réplication du virus (Figure 12).

La présence du récepteur viral est un déterminant majeur de la reconnaissance spécifique entre le virus et l'hôte (ou tropisme), c'est-à-dire la cellule, le tissu ou même l'espèce animale dans laquelle le virus peut se multiplier.

SARS-CoV-2 peut donc infecter les cellules humaines exprimant ACE2 : cellules du poumon, des artères, du cœur, des reins et de l'intestin.(58)

- **Synthèse des composants du virus, assemblage et sortie de particules virales néo-synthétisées:**

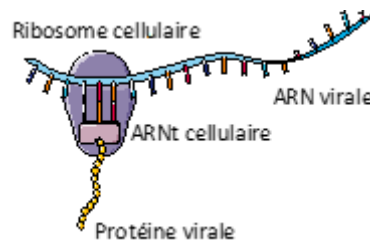


Figure 12 : la synthèse de L'ARN viral par les ribosomes de la cellule hôte (58)

Une fois à l'intérieur de la cellule hôte, le virus va détourner les processus cellulaires (on parle aussi de machineries) de production de protéines (traduction) au profit de la synthèse de ses propres composants.

L'ARN viral est traduit par les ribosomes (usines où l'ARN messager contenant l'information génétique est converti en protéine fonctionnelle). Ce processus met en jeu les ARN de transfert cellulaires (ARNt) qui mettent en correspondance un « codon » de trois nucléotides et un acide aminé donné (Figure 13 ).

### Plus en détail sur l'infection du Sars-Cov2 :

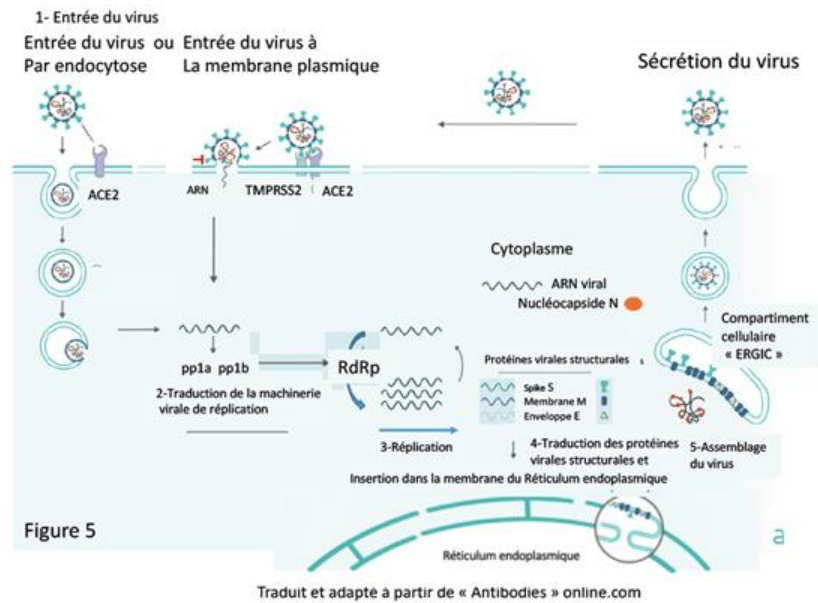


Figure 13 : Le cycle viral de SARS-CoV-2 et Synthèse des composants du virus, assemblage et sortie de particules virales néo-synthétisées

Dans une phase précoce de la traduction, deux poly-protéines précurseur (pp1a et pp1ab) sont produites. Celles-ci possèdent une activité protéase responsable de leur auto-clivage en plusieurs protéines maturées, dites non structurales (car ne participant pas à la formation de la particule virale).

Ces protéines forment le complexe réplique-transcriptase (CRT) nécessaire à la multiplication du génome viral. Parmi elles on trouve l'ARN polymérase ARN-dépendante ou réplique (RdRp), qui permet de faire de nouvelles copies du génome viral ARN. Au sein du CRT, de petits transcrits viraux dit subgénomiques sont aussi produits. Ils codent les protéines structurales (M, E, S et N) qui composent la particule virale.

Dès qu'elles émergent des ribosomes, les protéines M, E et S sont insérées dans la membrane du réticulum endoplasmique cellulaire. La protéine N (ribonucléoprotéine) est responsable de la reconnaissance et l'empaquetage du génome viral répliqué pour former la nucléocapside. Via la protéine N la nucléocapside va aussi interagir avec la protéine M pour initier la formation de la nouvelle particule virale.

Ainsi, des vésicules composées des protéines virales membranaires, et englobant la nucléocapside, émergent dans le lumen (l'intérieur) d'un compartiment dérivé du réticulum endoplasmique, appelé « ERGIC » (processus appelé bourgeonnement) (2). Au cours de cette étape la protéine S est incorporée dans la particule virale naissante. Les virus ainsi constitués

sont acheminés à la surface de la cellule infectée en suivant la voie de sécrétion (appareil de Golgi, puis vésicules sécrétoires) puis libérés dans le milieu extracellulaire par « exocytose », prêts à infecter d'autres cellules.

Le virus détourne donc à son profit tant les ribosomes et les ARNt, que tous les organelles et machineries mis en jeu dans la voie de sécrétion des protéines (acheminement du réticulum endoplasmique à la surface cellulaire ou au milieu extérieur). (58)

### **2-2-4 Pouvoir mutagène du Sars-Cov2:**

Le Sars-CoV-2, comme tous les virus, peut subir des mutations. De nombreuses informations ont circulé sur leurs éventuels impacts, notamment au niveau de la virulence ou de la sévérité de la maladie qu'il provoque. Qu'en est-il ? Quels sont les mécanismes en jeu?(59)

D'abord réputé stable, le virus subit des mutations, mais à un rythme plus lent que pour la majorité des virus à ARN connus : il accumule typiquement deux mutations (d'une seule base) par mois, soit environ deux fois moins que le virus de la grippe et quatre fois moins que le VIH.

En septembre 2020, l'ARN de plus de 90 000 échantillons était séquencé et rendu public. Deux virus du SARS-CoV-2 collectés n'importe où dans le monde diffèrent en moyenne de seulement 10 bases sur 29 903, mais au total on a répertorié plus de 12 000 mutations. On ignore quels effets a chacune de ces mutations, qui pour la plupart en ont sans doute très peu.

La variabilité entre les nucléotides génomiques du SARS-CoV-2 et du plus proche coronavirus lié au SRAS identifié (au 1er mars 2020) chez des chauves-souris (SARSr-CoV ; RaTG13) n'est globalement que de 4 %. Cependant, au niveau des sites neutres (nucléotides dont la mutation n'entraîne pas de changement de la séquence protéique, typiquement utilisés pour calculer des distances évolutives), cette différence est de 17 %. Un tel degré de divergence entre ces virus, plus important qu'anticipé, suggère que l'apparition de nouvelles variations de sites fonctionnels, comme dans le domaine de liaison aux récepteurs (RBD) de la protéine spiculaire observée dans le SARS-CoV-2 et les formes de SARSr-CoV du pangolin est probablement causée par la sélection naturelle en plus d'une ou plusieurs recombinaison(s). Toutefois, il convient de rester prudent quant aux interprétations concernant des mutations pouvant être présentes dans des taxons soit du fait d'un effet fondateur (c'est-à-dire lors de l'introduction d'une personne infectée dans une région qui contamine ensuite une région ou un pays), soit du fait d'un effet réellement bénéfique (adaptatif).

"Il existe sans aucun doute des milliers de variantes", a rappelé Emma Hodcroft, épidémiologiste à l'université de Berne. "Le plus important est de chercher à savoir si cette variante a des propriétés qui ont un impact sur la santé des humains, les diagnostics et les vaccins", ajoute le professeur d'infectiologie à l'université de Liverpool Julian Hiscox<sup>9</sup>.(56) Pour comprendre les mécanismes à l'œuvre dans l'apparition des mutations, il faut revenir sur la manière dont un virus se multiplie. Le matériel génétique du virus est un « ARN » (pour « acide ribonucléique »).

L'ARN est constitué d'un assemblage de molécules, les nucléotides, alignés les uns avec les autres dans une séquence très précise. Lorsqu'il infecte la cellule, le Sars-Cov-2, pour se multiplier, doit copier son matériel génétique fidèlement. A cette fin, le virus possède une enzyme appelée ARN polymérase, chargée de reproduire l'ARN viral. Elle assemble les nucléotides en respectant la même séquence que l'ARN d'origine. Seulement, l'ARN du SARS-CoV-2 étant plus grand que celui des autres virus, son ARN polymérase travaille 10 fois plus vite mais est bien moins fidèle. Elle génère parfois des erreurs en insérant un mauvais nucléotide dans l'ARN qu'elle est en train de créer ou en oubliant d'en ajouter. Et si cette erreur n'est pas corrigée, elle mène à une mutation.

Pour le Sars-CoV-2, une mutation a été plus particulièrement relayée par les médias : il s'agit de la mutation dite « D614G », qui a été détectée dans les phases précoces de l'épidémie et s'est diffusée largement dans le monde. Etienne Simon-Lorière, responsable du laboratoire « Évolution génomique des virus ARN » à l'Institut Pasteur, a fait un point sur les connaissances actuelles des mutations du Sars-Cov-2 lors d'une conférence en ligne organisée par l'Académie des sciences le 8 octobre 2020. Selon le chercheur, de plus en plus de données expérimentales suggèrent que la mutation a pour effet d'augmenter légèrement la stabilité d'une protéine virale, ou d'améliorer son efficacité. Située à la surface du virus, cette protéine, appelée spicule ou « spike », permet au coronavirus de rentrer à l'intérieur des cellules.

La mutation « D614G » le rendrait ainsi plus « transmissible ». Pour le moment, il n'y aurait pas de changement de virulence du virus lié à ce variant : les symptômes de la maladie qu'il provoque sont les mêmes, ainsi que leur sévérité.

Suivre les mutations du Sars-Cov-2 est très important pour la recherche, notamment en vue d'optimiser les vaccins développés contre le virus.(60)

### **2-2-4-1 Variabilité et évolution génétique du SARS-CoV-2**

Le premier génome de SARS-CoV-2 a été publié le 24 janvier 2020 par Zhu et al. (26). van Dorp et al. estiment l'apparition du MRCA chez l'Homme à fin 2019, avec un début de l'épidémie entre le 06/10/2019 et le 11/12/2019. Benvenuto et al. Proposent un intervalle analogue 25/11/2019 [95% HPD (highest posterior density) 28/09/2019-21/12/2019] (24).

Les études portant sur la variabilité génétique du SARS-CoV-2 utilisent les séquences de génome complet déposées, soit dans Genbank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>), soit dans la base GISAID (Global Initiative on Sharing All Influenza Data, créée en 2008, <https://wwwgisaid.org>).

Dans le cadre de l'OMS, un groupe de travail sur l'évolution des séquences génomiques du SARS-CoV-2 a été créé et a débuté son activité en juin 2020. Au 14 septembre 2020, la base GISAID contenait 100274 séquences génomiques de SARS-CoV-2. Les articles sortis dès février n'ont pu comparer que peu de génomes et ont proposé une classification qui n'a pas été conservée. Les dates de recueil des génomes n'étant pas toujours indiquées, il est difficile de comparer les résultats. En revanche, les articles les plus récents et les données disponibles dans la base GISAID apportent des données plus fines par la comparaison de milliers de souches réparties dans le monde entier. Les origines de la variabilité génétique du SARS-CoV-2 sont les phénomènes de mutation, délétion et recombinaison (création de génome mosaïque).

Le génome du SARS-CoV-2 étant non segmenté, il n'y a pas de phénomène de réassortiment (échange de segments de génome). La variabilité du SARS-CoV-2 est inférieure à celle attendue pour un virus à ARN. Que ce soit pour le VIH ou le virus influenza, le taux de mutation est proche de 1/10 000 nucléotides. Cela semble lié à sa capacité de relecture et de correction, lors de la réplication du génome viral, grâce à la protéine Nsp4 qui est une exonucléase qui excise les nucléotides erronés.

### **2-2-4-2 Phylogénie des souches de SARS-CoV-2**

Initialement, les types L et S ont été définis par Tang et al, sur la base de la mise en évidence, pour 103 génomes, de deux SNPs (single nucleotide polymorphism), l'un situé dans l'ORF1ab et le second dans l'ORF8. Rambaut et al. Ont ensuite proposé une classification avec deux lignées, A et B, A étant ancestrale, subdivisées en chiffres selon les régions considérées. Une lignée C a ensuite été ajoutée.



Désormais, l'évolution de la classification comporte la scission du clade L en clades V et G, ce dernier lui-même scindé en GR et GH et GV (GISAID (31)). Le clade S est déterminé par l'ORF8, le clade V par l'ORF3a, et le clade G par le gène S (D614G).

On dénombre actuellement 4495 souches différentes ce qui illustre la circulation des différents clades dans le monde depuis le début de la pandémie (GISAID au 14/09/2020). En France, ont circulé jusqu'à présent des souches des clades S, L, G, GR, GH et GV.

Les souches du clade GH sont majoritaires.

Conclusion La classification actuelle comporte 8 clades : V, L, S, G (scindé en GR, GH et GV) et O. Le clade S est déterminé par l'ORF8, le clade V par l'ORF3a, et le clade G par le gène S (D614G). Dans le monde, les souches des clades G, GR et GH sont majoritaires. En France, ont circulé jusqu'à présent des souches des clades S, L, G, GR, GH et GV. Les souches du clade GH sont majoritaires. (61)

### **2-2-4-3 Taux de substitution/nucléotide/génome/an**

Pathan et al. ont calculé le taux de substitution à partir des séquences de génome entier dans quatre régions observées au 15/05/2020 : Chine, Australie, USA et le reste du monde (incluant la France avec 2 génomes uniquement).

Quelle que soit la région, ce sont la thymine et l'adénine qui sont majoritairement mutées. Il y a une augmentation de 0,1% du taux de mutation pour les substitutions T>C et G, C>G et G>T.

En revanche, il est diminué de 0,1% pour les substitutions T>A et A>C. De façon globale, le taux de mutations faux-sens aboutissant à un changement d'acide aminé était de 34,3 %.

Le taux de substitution/nucléotide/génome/an a été évalué par plusieurs auteurs. Les résultats sont présentés dans le tableau 2. MacLean et al. (33) indiquent que ce taux est analogue à celui observé pour le SARS-CoV-1 et le MERS-CoV. Pour avoir un point de comparaison, ce taux est plus élevé pour le gène ENV du VIH qui est un gène variable, plus élevé ou proche pour le gène GAG du VIH qui est moins variable, et plus élevé pour les gènes codant l'hémagglutinine et la neuraminidase du virus influenza.

Selon Dilucca et al, l'évolution par mutation est plus rapide pour les gènes N, réplicase et S, que pour les gènes de matrice et d'enveloppe (39).

En Conclusion Le taux de substitution/nucléotide/génome/an est estimé entre  $8 \times 10^{-4}$  et  $8,1 \times 10^{-3}$ . Ce taux est inférieur à celui observé pour le VIH ou le virus influenza, probablement en lien avec l'existence d'une activité correctrice.(61)

### **2-2-4-4 Mutations majeures et impact sur la pathogénicité**

La variabilité revêt une importance primordiale car elle définit le phénotype des souches, leur adaptation à l'hôte, leur tropisme, leur pathogénicité, la réponse immunitaire et leur capacité d'échappement au système immunitaire. La variabilité dans la protéine S et, en particulier le RBD, est importante à analyser.

De nombreuses mutations aboutissant à un changement d'acide aminé ont été décrites mais nous nous limiterons à celles présentes dans le gène S codant la protéine spike (Tableau 3, GISAID au 14/11/2020).

Le type L défini initialement par Tang et al. avait une répartition géographique particulière, représentant 70% des cas à Wuhan, et était plus contagieux et agressif que le type S minoritaire à Wuhan.

La mutation D614G (Aspartate-Glycine) dans le gène S a été observée dès février et est désormais largement distribuée monde.

En dehors de la Chine, du Japon et autres pays asiatiques et du Kazakhstan, elle est majoritaire dans l'ensemble des pays du monde, y compris en France où elle est présente dans plus de 90% des souches circulantes (GISAID au 14/11/2020). Cette mutation entraînerait une augmentation de la transmissibilité des souches qui en sont porteuses et du taux de létalité. La glycine en 614 déstabiliserait la protéine S.

Cependant, d'autres études, en particulier celle de Korber et al., indiquent que cette mutation n'aurait aucun impact en termes d'augmentation de la sévérité de la maladie. Benvenuto et al. ont suggéré que la mutation D614G (région RBD de la sous-unité S1) de toutes les souches italiennes étudiées du 29/01/2020 au 27/04/2020 entraînerait une augmentation de la capacité de torsion de la protéine, favorisant sa liaison au récepteur.

Par ailleurs, deux mutations dans le gène N et retrouvées dans 56% des souches étudiées (AGG>AAA 649/651 et GGA>CGA 652/655) entraînaient également une baisse de stabilité et une augmentation de la capacité de torsion.

Une seconde mutation jouerait un rôle dans la stabilité de la protéine S : G1124V (domaine S2 qui assure la fusion entre l'enveloppe virale et la membrane plasmique).

Depuis septembre 2020, les mutations A222V et S477N émergent en Europe, et en particulier en France, touchant environ 12 % et 30 % des souches, respectivement. La mutation A222V définit le clade GV. Ces deux mutations auraient un impact sur la stabilité de la liaison au récepteur inférieur à celui de la mutation D614G. La mutation Y453F est apparue récemment dans des élevages de vison au Danemark, et touche également des souches humaines (ECDC du 12 novembre 2020 fichier joint). Elle semble avoir un effet modeste sur la liaison au récepteur (GISAID au 14/11/2020). Il est difficile, à partir des données du GISAID, d'évaluer le pourcentage des autres mutations dans le monde. Kim et al. ont analysé 4 254 génomes de la base GISAID et ont mis en évidence 1 352 mutations nonsynonymes réparties dans 12 gènes, en particulier les ORF1a, ORF1b, S, ORF3a et N (31). Pour 3498 souches, 182 mutations non-synonymes étaient présentes dans le gène S, 27 mutations non synonymes dans la région RBD dans la région adjacente au site de fixation à l'ACE2. Deux mutations V483A et G576S décrites pour le MERS-CoV et le SARS-CoV-1 sont liées à l'affinité pour le récepteur.

La mutation D614G représentait 13% des mutations non synonymes jouxtant le site polybasique de clivage (PBCS, site d'action de protéase entre S1 et S2). La mutation R682Q aurait un effet sur la structure et la fonction des protéines S1 ou S2. Tiwari et Mishra ont analysé 591 génomes complets de SARS-CoV-2. Ils ont mis en évidence 100 substitutions dont 57 entraînaient un changement d'acide aminé et cela principalement dans la protéine S.

L'impact pourrait être une augmentation de la virulence, par homologie à ce qui a été observé pour la grippe. En revanche, les régions Nsp7-10, 16, E et ORF6 avaient une similarité en acides aminés de 100% et les gènes les moins variables étaient ORF10 et E et seraient de bons candidats pour le développement d'anticorps et de vaccins. Wang et al. ont mis en évidence une mutation en position 1099 du gène S sans indiquer de possible conséquences. Cheng et al. ont montré qu'un motif proche de la région de clivage S1/S2 du SARS-CoV-2 (PBCS) se comportait comme superantigène, capable de stimuler de façon polyclonale de nombreux lymphocytes T. Les interactions virus/ TCR étaient stabilisées et augmentées en présence de la mutation D839Y/E présente dans les souches européennes européennes.

En Conclusion Dans le gène S, 5 principales mutations ont été observées dans les souches circulant en France (L5S, D80Y, A222V, S477N, et D614G). Observée dès février 2020, la mutation D614G est majoritaire dans la très grande majorité des pays du monde et en France (90% des souches). Cette mutation entraînerait une augmentation de la transmissibilité des souches qui en sont porteuses et du taux de létalité. Elle entraînerait une augmentation de la capacité de torsion de la protéine, favorisant sa liaison au récepteur. (61)

### **2-2-4-5 Impact de la variabilité sur l'échappement au système immunitaire**

Une question importante est de savoir si les mutations accumulées par le SARS-CoV-2 peuvent le rendre moins sensible à la réponse immunitaire adaptative. Cette question a été essentiellement étudiée sur le versant humoral de cette réponse et notamment sur l'échappement aux anticorps neutralisants.

Plusieurs équipes ont pu rapidement isoler et produire des anticorps neutralisants monoclonaux antiSARS-CoV-2 .

L'utilisation de ces anticorps en monothérapie in vitro dans des modèles de pseudo-infections avec des virus chimériques de type VSV/SARS-CoV-2 aboutit rapidement à la sélection de mutants viraux insensibles à la neutralisation, cette insensibilité étant liée à l'apparition de mutations notamment dans les domaines RBD de la protéine spike.

Cependant, l'utilisation de plusieurs anticorps – ce qui correspond à la situation en post-infection ou post-vaccination où plusieurs anticorps sont produits – permet d'éviter l'apparition de telles mutations . Qu'en est-il des données in vivo ? L'évolution virale et l'apparition/maintien de mutations de résistance dépendent de la pression de sélection du système immunitaire. L'étude des infections par les coronavirus banals responsables de rhume permet de mieux comprendre la biologie des coronavirus et leur évolution face au système immunitaire. Le HCoV-229E a développé un mécanisme qui l'aide à survivre et à se développer. Le RBD de ce virus est composé de trois parties qui varient considérablement d'une souche à l'autre. Grâce à cette variation, les anticorps sont incapables de détecter de nouvelles souches, alors que les RBD conservent - et même améliorent - leur affinité pour la cellule cible. De plus, les RBD alternent entre des états visibles et masqués.

La plupart des populations à l'échelle mondiale étant encore susceptibles au SARS-CoV-2, il est peu probable que l'immunité soit actuellement un facteur majeur dans l'évolution du virus.

Mais à mesure que l'immunité de la population s'accroît, que ce soit par infection ou par vaccination, un phénomène, à bas bruit, de mutations qui échappent au système immunitaire pourrait survenir, aidant le SARS-CoV-2 à s'établir de façon permanente, ce qui pourrait par ailleurs changer sa pathogénicité, induisant des symptômes généralement légers lorsqu'il va infecter des individus qui bénéficient d'une immunité résiduelle à l'égard d'une infection ou d'une vaccination antérieure.

A l'heure actuelle peu de données existent concernant l'infection par le SARS-CoV-2.

Des souches virales présentant des mutations de leur domaine RBD sont présentes à des niveaux très faibles parmi les populations infectées (50). La mutation D614G pourrait même faire du virus une cible plus facile pour les vaccins. En effet, l'équipe de D Montefiori a montré dans une étude récente que les anticorps post-vaccinaux (vaccins ARN) obtenus chez la souris, le macaque et l'Homme avaient des pouvoirs neutralisants plus importants vis-à-vis des virus G que des virus D.

En Conclusion L'étude des infections par les coronavirus banals responsables de rhume permet de mieux comprendre la biologie des coronavirus et leur évolution face au système immunitaire. Ceci a été étudié uniquement sur le versant humoral de la réponse immunitaire. Le HCoV-229E met en place des mutations de son RBD résistant à la neutralisation par les anticorps qui l'aident à survivre et à se développer.

Concernant le SARS-CoV-2 les données sont les suivantes :

1. In vitro : sélection rapide de mutants de résistance à la neutralisation après utilisation d'anticorps monoclonaux neutralisants en monothérapie (effet non retrouvé si utilisation de plusieurs anticorps qui est ce qu'on attend post-vaccination)

2. In vivo : des souches virales présentant des mutations de leur domaine RBD sont présentes à des niveaux très faibles parmi les populations infectées. La souche virale D614G qui est la plus prévalente semble elle plus sensible à la neutralisation.(61)

### **II/3- Mode de transmission du virus et sa contagiosité :**

#### **3-1- Mode de transmission :**

La majorité des cas initialement décrits concernait des personnes ayant fréquenté un marché d'animaux vivants. L'hypothèse d'une zoonose (maladie transmise par les animaux) est donc

privilegiée. La transmission interhumaine a été établie plus tard et on estime qu'en l'absence de mesures de contrôle et de prévention, chaque patient infecte entre 2 et 3 personnes. (63)

La COVID-19 est causée par le virus SARS-CoV-2, qui se propage dans la population, essentiellement par le biais d'un contact étroit avec une personne infectée. Le virus peut se propager lorsque de petites particules liquides sont expulsées par la bouche ou par le nez quand une personne infectée tousse, éternue, parle, chante ou respire profondément. (64)

On peut aussi contracter la COVID-19 lorsque le virus entre dans la bouche, le nez ou les yeux, une situation plus probable lorsque les personnes sont en contact direct ou étroit (moins d'un mètre de distance) avec une durabilité d'au moins 15 minutes avec un sujet contagieux.(64)

La transmission se fait essentiellement par voie aérienne. Des particules de plus petite taille peuvent aussi être émises sous formes d'aérosols au cours de la parole, ce qui expliquerait que le virus puisse persister en suspension dans l'air dans une pièce non ventilée (et justifie dans ces circonstances le port du masque). Enfin le virus peut conserver une infectiosité pendant quelques heures sur des surfaces inertes d'où il peut être transporté par les mains ce qui justifie une bonne hygiène des mains. (63)

Au vu des données disponibles, la survie des coronavirus dans le milieu extérieur n'est que quelques heures sur des surfaces inertes sèches. Les mesures d'hygiène standard (lavage des mains, nettoyage de surfaces) sont efficaces. (Lire aussi le paragraphe transmission, plus haut). (64)

De nouvelles études font état d'un risque de transmission du virus par voie aéroportée, à travers des microgouttelettes émises lors de la parole ou des bio-aérosols de particules virales en suspension qui sont capables de rester en suspension dans l'air pendant des périodes plus longues, ces derniers pouvant être majorés dans des contextes spécifiques, en particulier dans des espaces intérieurs, bondés et insuffisamment ventilés où une ou plusieurs personnes infectées passent de longs moments avec d'autres personnes, comme les restaurants, les salles de chorale, les cours de fitness, les boîtes de nuit, les bureaux ou les lieux de culte. Des études sont en cours pour mieux comprendre les conditions dans lesquelles la transmission par aérosols se produit en dehors des établissements de santé où des actes médicaux spécifiques (actes générant des aérosols) sont effectués. (62)

Par ailleurs, les personnes porteuses du virus peuvent laisser des gouttelettes infectieuses lorsqu'elles éternuent, toussent ou touchent des objets ou des surfaces, comme les tables, les poignées de porte et les rampes. On peut alors être infecté par le virus si l'on touche ces surfaces contaminées puis que l'on se touche les yeux, le nez ou la bouche avant de s'être lavé les mains. (64)

Une autre approche pour faire la part des choses entre transmission aérienne et gouttelettes est de regarder les taux d'attaque et les taux de reproduction  $R_0$  des infections virales qui sont connues pour avoir une transmission par voie aérienne. Pour le SARS-CoV-2, plusieurs publications montrent que le taux d'attaque dans une famille est de l'ordre de 10% (Luo L, Liu D, Liao XL, MedRxiv, avril 2020). Si une transmission aérienne existait, ce taux d'attaque devrait être beaucoup plus élevé dans une population naïve. Le  $R_0$  des infections à transmission aérienne, varicelle et rougeole et respectivement de 10-12 et de 15-18, avec un taux d'attaque supérieur à 85% dans une maisonnée, alors que le  $R_0$  du COVID-19 est estimé aux environs de 3.5. Ce sont deux arguments indirects qui suggèrent que la transmission du SARS-CoV-2 est superposable à celle des autres virus respiratoires de type influenza. (66)

Ces études présentées plus haut suggèrent donc que des virus vivants peuvent être émis et peut-être circuler au-delà de la proximité immédiate du patient infecté, à plus d'1m50. Mais la dose infectante, notion supplémentaire nécessaire pour produire une infection, n'est pas connue. Les données obtenues dans les maisonnées où le taux d'attaque est faible malgré la promiscuité, montre que cette dose infectante doit être élevée et/ou la durée de contact prolongée. (66)

Autres voies de transmission En dehors des prélèvements respiratoires, l'ARN viral a également été détecté dans les selles et le sang des patients infectés. Si certains virus ont pu être cultivés vivants à partir des selles et que le SARS-CoV-2 est capable d'infecter les entérocytes humains, il n'existe pas aujourd'hui de preuve définitive d'une transmission féco-orale significative. De même, malgré l'existence possible d'une virémie, la transmission intra-utérine du virus reste à démontrer à ce jour, bien que quelques cas suspects aient été rapportés ; enfin l'isolement de l'ARN viral dans les urines reste à ce jour très peu décrit. (65)

Par conséquent, il est essentiel que tous les agents de santé qui réalisent ces actes médicaux prennent des mesures de protection spécifiques contre la transmission aérienne, notamment l'utilisation d'équipements de protection individuelle appropriés, comme les masques de protection respiratoire. Les visiteurs ne devraient pas être autorisés à pénétrer dans les zones où l'on pratique de tels actes médicaux.

### **3-2- Contagiosité :**

Selon l’OMS (Organisation Mondiale de la Santé) : *“la période d’incubation est le temps qui s’écoule entre l’infection et l’apparition des symptômes de la maladie”*. (67)

La période d’incubation pour le nouveau coronavirus serait de 1 à 14 jours, avec une moyenne de 5 jours. Cela correspond initialement à la période de confinement lorsqu’une personne était soupçonnée d’être contaminée. Elle devait rester chez elle pendant près de 15 jours. Cependant, une personne peut être porteuse du coronavirus sans le savoir, car il existe une phase asymptomatique (absence de symptômes). Elle peut donc être contagieuse et contaminer une personne saine. Attention toutefois, les risques de contamination pendant la période d’incubation restent très faible, selon l’OMS. (67)

Des médecins chinois ont surveillé 191 patients, dans deux hôpitaux de Wuhan, **guéris de la Covid-19**. Il se trouve que le virus était encore présent dans les sécrétions salivaires chez près d’un tiers de ces personnes, et ce pendant une durée allant de 8 à 37 jours. **Les personnes guéries de la Covid-19** pourraient alors encore être contagieuses, mais cela reste à confirmer.(68)

Des restes de charges virales pourraient être présentes dans l'organisme d'une personne guérie de la Covid-19. Le Haut Conseil de la Santé Publique donne **un conseil pour les personnes guéries du coronavirus** : une personne peut être "déconfinée" à partir du 8ème jour après le début des symptômes. Le port du masque reste indispensable pendant au moins 7 jours après la guérison, surtout en cas de contact avec des personnes à risques. (68)

La contagiosité débute en moyenne 2 jours avant l’apparition des symptômes et jusqu’à 7 à 10 jours après le début des symptômes. (68)

### **3-3- Contagiosité post mortem ; et prise en charge des corps des défunts :**

Les connaissances actuelles reposent en grande partie sur ce que nous savons d’autres coronavirus similaires, très peu d’études ont été menées jusqu’à présent sur ce sujet. En effet, il est connu, actuellement, que le virus SARS-CoV-2 se transmet principalement de personne à personne et que sa transmission à travers un contact avec des surfaces ou des objets contaminés est possible. Il est admis également que le virus peut rester actif à l’extérieur d’un hôte vivant



durant quelques heures dans des conditions normales, mais cette durée pourrait atteindre plusieurs jours dans un milieu sombre et humide (69).

L'ARN du SARS-CoV-2 a été retrouvé dans 100% (n=22) des prélèvements endo-bronchiques réalisés chez des patients Covid-19 entre 1 et 6 jours après le décès dans une étude publiée en juin 2020 [44]. La culture virale effectuée chez le patient décédé depuis 6 jours était positive. (73)

De ce fait, il est à considérer, par principe, que le risque de contamination est le même par un patient décédé que par le malade vivant. Donc, tout corps de défunt infecté par le Covid-19 est potentiellement contaminant et des précautions doivent être appliquées lors de la manipulation de ce corps (69)

Lorsqu'une personne décède d'un virus infectieux du système respiratoire, le risque de transmission à d'autres personnes dépend de la quantité et de la viabilité du virus dans les poumons et d'autres tissus et liquides corporels, sur la surface du corps, ou sur des vecteurs passifs susceptibles d'être contaminés par des gouttelettes ou des liquides corporels provenant de la personne décédée. Les risques d'infection en provenance d'une dépouille en raison d'une mauvaise manipulation sont plus élevés dans la courte période après le décès, à un moment où les agents pathogènes sont toujours viables, mais ces risques diminueront avec le temps, tandis que la reproduction virale dans les cellules vivantes prendra fin et que la biochimie des cellules évoluera, ce qui amoindrit la viabilité du virus (70)

En absence d'une émission de voies respiratoires actives chez une personne décédée, l'exposition aux gouttelettes ou aux aérosols ou la transmission par contact indirect peut survenir en plusieurs formes :

- d'un contact avec la surface d'un vecteur passif, où une quantité suffisante de virus viable peut causer une infection, ce qui occasionne un transfert entre une surface et les yeux, la bouche ou le nez d'un hôte réceptif de la cavité respiratoire et entraîne l'émission sporadique de particules d'air ou de salive.
- du déplacement ou de la manipulation d'une dépouille, ce qui occasionne un mouvement de liquides ;
- du déplacement, de la manipulation ou d'interventions (y compris une IMG) qui provoquent des éclaboussures, des vaporisations ou l'émission d'aérosols de liquides corporels ou de tissus, par exemple dans le contexte d'une autopsie. (70)

Le personnel qui est en contact avec des restes humains, y compris ceux qui pratiquent l'autopsie et qui prélève ou manipule des échantillons, court le risque d'être exposé à des agents infectieux, tels que le SRAS-CoV-2, qui peuvent être présents dans les tissus, le sang et d'autres fluides corporels du Personne décédée. De plus, le personnel peut être exposé à une contamination résiduelle de la surface. L'autopsie doit être effectuée en utilisant des mesures et des procédures de biosécurité appropriées. Toutes les installations d'autopsie devraient avoir des politiques écrites de biosécurité, des évaluations des risques spécifiques au site et des procédures, et tout le personnel participant devrait recevoir une formation préalable sur les politiques et les procédures. (72)

Le Comité international de la Croix-Rouge (CICR) (Finegan et coll., 2020) a désigné certaines activités qui entraînent des contacts avec le défunt pendant la pandémie du COVID-19 comme étant à risque faible, moyen ou élevé :

- Faible risque : Activités qui entraînent un contact avec des surfaces contaminées lors de l'admission du défunt au salon funéraire, préparation du corps pour consultation et libération du défunt pour inhumation ou crémation.
- **Risque moyen** : Activités qui pourraient entraîner l'expulsion des gouttelettes du défunt pendant le roulement, le déshabillage ou une manipulation manuelle importante du corps, ou d'autres procédures à faible risque qui peuvent entraîner la formation de gouttelettes.
- **Risque élevé** : Activités qui pourraient entraîner un contact direct avec les liquides corporels du défunt, y compris le risque d'exposition aux aérosols. Cela peut inclure l'autopsie ou d'autres procédures invasives, ou des procédures à risque moyen qui sont susceptibles de générer des aérosols. Cela pourrait inclure l'embaumement si le processus se traduit par la production d'aérosols. (71)

C'est pour cela que depuis le début de la pandémie des mesures spéciales ont été mise en place concernant la prise en charge des défunts dont la mort aurais été confirmé par l'infection par le covid19 ou dont ils font objet de cas suspect afin de protéger toute personne qui entre en contact avec la dépouille

Selon le haut conseil de santé publique français relatif à la prise en charge du corps d'une personne décédée infectée par le virus sars cov2 :

## CHAPITRE II : SARS-COV2

---

- Les proches du défunt peuvent voir le visage de la personne décédée dans la chambre hospitalière, mortuaire (hôpital, domicile, maison de retraite, résidence) ou funéraire, tout en respectant les mesures barrière définies ci-après pour chaque lieu ;
- La toilette mortuaire du défunt est la même que lors du vivant du patient/résident/personne et peut être réalisée sous réserve de respecter les mêmes mesures de protection ;
- Le personnel en charge de la toilette, de l'habillage ou du transfert du défunt dans une housse laissée ouverte est équipé d'une tenue de protection adaptée (lunettes, masque chirurgical, tablier anti- projection, gants à usage unique) ;
- Si un impératif rituel nécessite la présence active de personnes désignées par les proches, cela doit être limité à deux personnes au maximum, équipées comme le personnel en charge de la toilette, de l'habillage ou du transfert dans une housse, après accord de l'équipe de soins ou du personnel de la chambre mortuaire ou funéraire, selon le lieu de sa réalisation ;
- Les effets personnels de la personne décédée sont mis dans un sac plastique fermé pendant 24h et éventuellement lavés avec un cycle machine programmé au minimum de 40°C ; (73)
- Respecter les précautions standard et complémentaires de type gouttelettes et contact, quel que soit le lieu de prise en charge (y compris en cas de réalisation d'une autopsie) ;
- Si le défunt est porteur d'une prothèse fonctionnant au moyen d'une pile, à l'exception des dispositifs intracardiaques, un médecin procède à son explantation et atteste de la récupération de cette prothèse avant la toilette et la mise en housse ; la prothèse doit être désinfectée avec un détergent-désinfectant répondant aux normes de virucide vis-à-vis des virus enveloppés, en appliquant les précautions standard ;
- Le personnel de soins ôte les bijoux du défunt et les désinfecte avec un détergent désinfectant répondant aux normes de virucide vis-à-vis des virus enveloppés ou de l'alcool à 70°, puis réalise l'inventaire des bijoux ;
- La toilette mortuaire, incluant l'obturation des orifices naturels avec du coton, est réalisée en appliquant les précautions d'hygiène comme du vivant du patient ; elle est réalisée par le personnels soignants et peut être complétée par un thanatopracteur ;
- Un brancard recouvert d'un drap à usage unique est apporté dans la chambre pour y déposer le corps ;

- Le corps est enveloppé dans une housse mortuaire imperméable avec l'identification de la personne décédée et l'heure de décès inscrits sur la housse ;
- La housse reste ouverte sur 5-10 cm en haut si le corps n'a pu être présenté aux proches et devra l'être dans la chambre mortuaire, et désinfectée avec une lingette imprégnée de détergent-désinfectant répondant aux normes de virucidie vis-à-vis des virus enveloppés ;
- Le corps dans la housse laissée entre-ouverte et recouverte d'un drap est déposé sur le brancard ;
- Le corps dans sa housse recouverte d'un drap est transféré en chambre mortuaire. Dans la chambre mortuaire de l'hôpital ;
- Le personnel qui ouvre la housse porte un masque à usage médical (dit chirurgical), des lunettes, des gants et un tablier anti-projection ;
- L'explantation d'un dispositif implantable est réalisée si elle n'a pas été faite dans la chambre d'hospitalisation ;
- L'obturation des orifices naturels avec du coton est réalisée si elle n'a pas été faite dans la chambre d'hospitalisation ;
- Le corps, dans sa housse, est recouvert d'un drap jusqu'au buste pour présentation du visage de la personne décédée aux proches, si ceux-ci le demandent.
- Le corps est présenté aux proches à une distance d'au moins un mètre, permettant d'éviter le contact avec le corps du défunt ; le contact avec le corps n'est pas autorisé sauf pour les personnes mandatées pour une toilette rituelle et équipées des EPI appropriés ; (73)

### **3-4- Gestion des matériaux et des déchets :**

- Les EPI jetables doivent être traités comme du matériel potentiellement infectieux et éliminés conformément à la procédure standard pour les déchets médicaux à haut risque.
- Les équipements de protection individuelle réutilisables (par exemple, les lunettes, les protections faciales) doivent être nettoyés et désinfectés conformément aux recommandations du fabricant avant d'être réutilisés.

- Placez les textiles dans la chambre d'isolement du patient dans un sac ou un conteneur étanche conformément aux procédures relatives au linge infectieux.
- Les effets personnels et les vêtements du défunt, soupçonnés d'être contaminés, doivent être transférés aux proches parents dans un sac étanche, avec l'instruction claire de ne pas l'ouvrir pendant 72h.
- Les sacs mortuaires usagés (vides) sont éliminés comme des déchets médicaux à haut risque. (74)

### **3-5- Nettoyage des locaux :**

- En raison de la survie "possible" du virus dans l'environnement pendant plusieurs jours, la zone où la personne est décédée et la zone où le corps a été préparé sont nettoyées avant d'être réutilisées. Il est important de nettoyer toutes les surfaces (table, table de chevet, poignée de porte, siège de toilette, sol).
- Le nettoyage peut être effectué avec des produits ménagers classiques et des produits désinfectants habituels. Bien qu'il n'y ait pas de preuve spécifique de leur efficacité contre le SRAS-CoV-2, il est accepté que le virus soit inactivé par tous les désinfectants (seule la Chlorhexidine semble peu efficace) (74)

### **II/4- Symptômes Et Principales Complications Dues A La Covid 19 :**

La COVID 19 étant une nouvelle maladie, elle est encore peu connue des chercheurs et des médecins, elle a entraîné jusqu'au début du mois de mars 2021 plus de 117 millions de personnes infectées dans le monde, Le virus se lie et entre par l'enzyme de conversion de l'angiotensine 2 (ACE2), le COVID-19 peut entraîner une inflammation systémique, un dysfonctionnement multi organique et une maladie grave. (75)

La cible principale des coronavirus est l'épithélium respiratoire, le récepteur cible pour l'attachement du virus a la cellule cible est le récepteur de l'enzyme de conversion de l'angiotensine 2(ACE2) une fois à l'intérieur de la cellule l'ARN du virus est libérée, traduits et répliqués, après formation de la protéine de l'enveloppe et l'incorporation de l'ARN dans celle-ci ; le virus est libéré dans la circulation. (75)

L'ACE2 se trouve à la surface de nombreuses sortes de cellules dans différentes parties de l'organisme, y compris les parties suivantes que nous avons regroupées parce qu'elles accomplissent des fonctions apparentées :

- Bouche, nez, gorge et poumons.
- Estomac et tissus intestinaux, y compris le côlon.
- Moelle osseuse, ganglions lymphatiques, rate et thymus.
- Foie.
- Cerveau.
- Cellules tapissant les parois des artères, cœur.
- Testicules.

Même si l'ACE2 se trouve à la surface de nombreuses cellules de l'organisme, la recherche a permis de constater des taux particulièrement élevés d'ACE2 sur les tissus du système cardiovasculaire, des intestins et des reins. En théorie, ces taux élevés d'ACE2 rendent ces tissus plus vulnérables à l'infection et aux dommages causés par le SRAS-CoV-2 (80) ; et cela a induit les principales complications qui ont été mises en évidence et développées par les sujets atteints du covid 19, des manifestations qui peuvent différer d'un terrain à un autre, en effet, les principales complications mises en évidence depuis le début de la pandémie sont les complications cardiaques, hématologiques et pulmonaires, rénales ainsi que neurologiques et digestifs.

Certaines anomalies biologiques sont associées à un pronostic plus sombre et/ou à une aggravation imminente, telle la profondeur de la lymphopénie et l'augmentation majeure des marqueurs de l'inflammation (CRP, ferritine, etc.). D'autres anomalies sont observées dans les formes graves comme l'augmentation des transaminases, des LDH, de la troponine (81)

Les systèmes respiratoires et circulatoires étaient les systèmes physiologiques le plus largement affectés (78)

### **4-1- Symptomologie de la maladie :**

La sévérité de la COVID-19 est extrêmement variable, allant de l'absence de symptômes à une pneumonie sévère (~15 %), voire une défaillance multi-systémique (~5 %). La mortalité est estimée entre 0,5 % et 3 % (76)

Les symptômes peuvent comprendre (lors de l'admission à l'hôpital) (Nanshan Chen, 2020) :

Après une incubation de cinq jours environ, 70 % des patients infectés développent :

- Fièvre (>80 % des patients).
- Toux (>80 %).
- Essoufflement (31%).
- Douleurs musculaires (11%) La maladie peut également se manifester par des symptômes bénins seulement, notamment : fièvre légère, toux, malaise, rhinorrhée, maux de gorge sans aucun signe avant-coureur, comme l'essoufflement ou la difficulté à respirer, augmentation des sécrétions respiratoires (c'est-à-dire crachats ou hémoptysie), symptômes gastro-intestinaux tels que nausées, vomissements et/ou diarrhée et sans modification de l'état. (91)

Chez certains patients, une réaction immunitaire inadaptée marquée par l'aggravation de la symptomatologie respiratoire, et du syndrome inflammatoire, en général huit à dix jours après les premiers symptômes. Cette phase dysimmunitaire, parfois appelée orage cytokinique, peut être associée à une coagulopathie, l'ensemble correspondant, pour certains auteurs, à un sepsis viral. (79) mais la majorité des sujets infectés (probablement 80%) n'auront aucun symptôme ou bien une maladie bénigne ; la maladie grave est caractérisée par une dyspnée, une hypoxie et une atteinte pulmonaire étendue à l'imagerie. Elle peut évoluer vers une insuffisance respiratoire nécessitant une ventilation mécanique, un choc, une défaillance multi viscérale et la mort. (88)

Outre des maladies respiratoires qui peuvent évoluer vers un syndrome de détresse respiratoire aigu, d'autres complications graves sont les suivantes :

- Troubles cardiaques dont arythmies, cardiomyopathie et lésion cardiaque aiguë
- Troubles de la coagulation, dont une thromboembolie et une embolie pulmonaire, une coagulation intravasculaire disséminée (CIVD), une hémorragie et la formation de caillots artériels
- Syndrome de Guillain-Barré (rare)
- Sepsis, choc et défaillance multiviscérale (88)

### **4-2- Les complications respiratoires :**

Le coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (SRAS-CoV-2), L'alvéole pulmonaire est considérée comme la cible principale du SARS-CoV-2. Les symptômes les plus fréquents de la COVID-19 incluent fièvre, toux sèche, fatigue, dyspnée et précordialgies.

Le spectre clinique de la maladie est vaste et peut aller des symptômes de rhume à l'insuffisance respiratoire, voire au décès. La majeure partie des patients ont des symptômes bénins et n'ont pas besoin d'être hospitalisés, mais jusqu'à 20 % présentent une forme grave de la maladie et nécessitent une hospitalisation, habituellement en raison d'une hypoxie secondaire à une pneumonie. (78)

Entre 15 et 30 % des patients hospitalisés évoluent vers un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) qui se caractérise en scanner par des condensations parenchymateuses bilatérales prédominant dans les régions déclives ; L'extension lésionnelle en scanner est corrélée à la sévérité clinique (89) ceci dis un scanner thoracique normal ne permet pas d'éliminer formellement une infection COVID-19, en particulier au début des symptômes. Par ailleurs, des patients COVID-19 positifs mais asymptomatiques peuvent présenter des anomalies scanographiques. (90)

### **4-3- Complications rénal :**

Une néphropathie secondaire à une infection virale peut causer des tableaux cliniques sérieux et variés dépendent de Mécanisme pathogène potentiel, effets cytotoxiques directs des virus à tropisme rénal ; une incidence variant de 0.5 à 22% a été reportée concernant l'insuffisance rénale aigue chez les sujets atteints de Covid 19 (76), ces chiffres peuvent être en réalité bien plus important, cette variabilité pourrait s'expliquer éventuellement par la disposition génétique dans chaque région du monde .

L'IRA survient selon un délai moyen de 15 jours après les premiers symptômes respiratoires, et sa survenue semble plus fréquente chez les patients atteints de forme sévère de la maladie. (76)

La complication rénale la plus fréquente était la perturbation électrolytique (en particulier l'hyperkaliémie) avec une incidence de 12,5% suivie d'une lésion rénale aiguë (AKI) avec une incidence de 11,0%. (82)

Les mécanismes physiopathologiques de l'atteinte rénale du COVID-19 restent hypothétiques à ce stade. Elles rentrent dans le cadre de modifications hémodynamiques secondaires à l'état septique du patient et/ou à la présence d'une réponse immunitaire inflammatoire systémique inadaptée de type « cytokine Storm » ; aussi une augmentation de la créatine kinase a été rapportée. (76)



### **4-4- Complications hémostatiques :**

Les patients atteints de pneumonie sévère à COVID-19 présentent un risque élevé de complications thrombotiques liées à la coagulopathie induite par le CoV-2-SRAS, ce qui aggrave leur pronostic. (80)

De nombreuses données vont dans le sens d'une activation de la coagulation. La plupart des premières études chinoises retrouvent une élévation du taux des D-dimères (79) ainsi qu'une thrombopénie plutôt modérée corrélées avec un risque plus important d'admission en unités de soins intensifs (USI) et un taux de mortalité plus élevé. (81)

Les mécanismes physiopathologiques exacts conduisant au phénotype pro-thrombotique sont pour le moment inconnus, il est pour l'heure difficile de dire s'ils sont spécifiques du SARSCoV-2 ou simplement la conséquence de l'hyper inflammation. (79)

Les premières descriptions des médecins par rapport au cas de covid 19 admis au hôpitaux notamment les cas les plus grave font état de constatations cliniques de terrain, avec des complications thrombotiques d'autant plus fréquentes que la maladie était sévère. Ces descriptions étaient très variées, allant des classiques thromboses veineuses profondes (TVP) et embolies pulmonaires (EP), à des thromboses totalement inhabituelles de cathéters de voie centrale ou de voie artérielle, à des thromboses très précoces de filtres d'épuration extra-rénale et de canules d'ECMO. A l'inverse, très peu de complications hémorragiques ont été rapportées, ce qui renforce l'idée d'une hypercoagulabilité compliquant la COVID-19. (81)

A l'imagerie thoracique, la localisation des obstructions vasculaires pulmonaires est presque toujours segmentaire ou sous segmentaire, intéressant un territoire pulmonaire plus ou moins profond et diffus, prédominant dans la partie inférieure du lobe droit ; ce qui ne correspond pas à l'imagerie habituelle des embolies pulmonaires secondaires à la migration d'embolies provenant des veines des membres inférieures. Les mêmes constatations sont notées dans les cas autopsiés. (81)

Au final Une anticoagulation préventive est toujours indiquée chez les patients hospitalisés. Son intensité dépend du niveau de risque et de la gravité de la maladie. Les stratégies optimales d'anticoagulation, notamment concernant les doses et la durée de la thromboprophylaxie restent débattues. (81)

### **4-5- Complications digestifs :**

Outre les manifestations pulmonaires et rénales de la covid 19, des manifestations digestives ont également été reportés depuis le début de la pandémie.

Ceux-ci se manifestent principalement par une anorexie, une diarrhée, des nausées et des vomissements et des douleurs abdominales. Bien que le pronostic soit lié à l'atteinte pulmonaire, les troubles digestifs semblent significativement plus fréquents chez les patients ayant une infection sévère COVID-19 (83) ; un mode de transmission oro-fécale de l'infection est possible en ce que l'excrétion virale dans les selles semble fréquente et plus longue au niveau ORL, y compris chez des patients avec prélèvement pharyngé négatif ou sans symptômes digestifs. (83)

Il existe au moins deux théories susceptibles d'expliquer pourquoi certaines personnes atteintes de SRAS-CoV-2 aigu éprouvent des symptômes gastro-intestinaux :

- 1) Le virus peut infecter des cellules du tractus gastro-intestinal et y provoquer des dommages.
- 2) L'infection des cellules du tractus gastro-intestinal provoque de l'inflammation, ce qui permet aux bactéries et aux champignons se trouvant éventuellement dans le tractus digestif d'entrer dans la circulation. (92)

Ce qui concerne la première théorie, le mécanisme par lequel le SRAS-CoV-2 provoque des symptômes gastro-intestinaux n'est pas clairement compris, mais il est soupçonné d'être impliqué dans la fonction ACE2 en effet, le récepteur de l'enzyme de conversion de l'angiotensine 2 (ACE2) et la sérine protéase transmembranaire 2 (TMPRSS2) sont nécessaires pour l'entrée virale dans les cellules hôtes. (84)

Outre les cellules alvéolaires du tissu pulmonaire, ACE2 et TMPRSS2 sont fortement coexprimés dans les cellules épithéliales glandulaires de l'œsophage, de l'iléon et du côlon ; les manifestations gastro-intestinales chez les patients atteints de COVID-19 sont des symptômes courants et peuvent survenir à tout moment au cours de l'évolution de la maladie. (84)

En conclusion, les patients présentant uniquement des symptômes gastro-intestinaux doivent éveiller la suspicion clinique de COVID-19 dans les zones à forte incidence de la maladie. Les comorbidités et la diarrhée pourraient être de bons prédicteurs du développement d'un COVID-19 sévère. (84)

### **4-6- Complications neurologiques :**

Les atteintes neurologiques qui ont été signalées se regroupent sous deux catégories principales selon leurs cibles :

**\*Lésions du système nerveux central dans le cadre de la COVID-19 :** Dans une étude anglaise portant sur 153 patients, 77 (62 %) des 125 patients, dont les données cliniques étaient complètes, ont présenté un événement vasculaire cérébral, dont 57 (74 %) un accident vasculaire cérébral ischémique, neuf (12 %) une hémorragie intracérébrale et un (1 %) une vascularite. Trente-neuf (31 %) des 125 patients se sont présentés avec une altération de la vigilance, dont neuf (23 %) avec une encéphalopathie non spécifique et sept (18 %) avec une encéphalite. Les 23 autres patients (59 %) répondaient aux définitions de cas psychiatriques. Il est à noter que cette symptomatologie neurologique touche principalement les patients âgés de plus de 60 ans. Hormis les AVC, la plupart des manifestations neurologiques apparaissent précocement (deux à quatre jours après l'apparition de la symptomatologie infectieuse) ; hormis les AVC, la plupart des manifestations neurologiques apparaissent précocement (deux à quatre jours après l'apparition de la symptomatologie infectieuse).

Les atteintes du SNC se manifestent également par des céphalées, des nausées de la somnolence et de l'encéphalopathie avec agitation ou confusion (85) allons même à une perte de conscience et cela est dû au fait que la fonction principale des poumons consiste à absorber de l'oxygène de l'air et à évacuer du dioxyde de carbone, un produit de déchet. Comme la COVID-19 est associée à des problèmes respiratoires dans les cas graves, il est possible qu'une quantité insuffisante d'oxygène entre dans les tissus pulmonaires et, subséquent, dans les vaisseaux sanguins qui relient les poumons au reste du système circulatoire. Par conséquent, il se peut que les organes vitaux, dont le cerveau, ne reçoivent pas assez d'oxygène et se mettent par conséquent à mal fonctionner. Un tel manque d'oxygène dans le cerveau pourrait expliquer pourquoi certaines personnes atteintes de COVID-19 ont perdu connaissance. (92)

**\*Lésions neurologiques périphériques dans le cadre de la COVID-19 :** Une équipe italienne a rapporté l'apparition d'un syndrome de Guillain—Barré (affection rare dans laquelle le système immunitaire du patient attaque les nerfs périphériques (87).) chez 5 patients atteints de COVID-19. Le délai d'apparition entre les premiers symptômes de l'infection virale et ceux du Guillain—Barré était de 5 à 10 jours. L'incidence de ces symptômes se situe entre 34 % et 74 % des patients selon des études italiennes. (85)

Les symptômes les plus courants d'une atteinte neurologique périphérique sont l'anosmie et l'ageusie qui dans le cadre de la pandémie ont pu être considérés comme des signes pathognomoniques de l'infection virale à SARSCoV-2. Ces symptômes, qui peuvent être observés au cours d'autres infections virales, sont particulièrement fréquents dans le cadre de la COVID-19 mais ne préjugent pas de la gravité de la maladie. (85)

Concernant le mécanisme de pénétration du virus ; pour les virus respiratoires, plusieurs voies d'accès au SNC sont possibles, notamment via l'épithélium nasal, par les neurones récepteurs olfactifs (NRO) ou par le nerf trigéminal.

Les NRO jouent un rôle majeur dans le processus d'olfaction et sont particulièrement dynamiques (régénération des cellules et réorganisation). Leur corps cellulaire étant localisé dans l'épithélium olfactif, leur infection directe à ce niveau permet ensuite au virus d'accéder au système de transport axonal antérograde et au bulbe olfactif. L'épithélium nasal pourrait ainsi représenter une cible privilégiée pour les HCoV. La forte expression d'ACE2 par les cellules sustentaculaires de cet épithélium pourrait conférer à ces cellules une forte sensibilité à l'infection et expliquer en partie la perte d'odorat que l'on observe chez certains patients infectés par le SARS-CoV-2. (86)

### **4-7- Complications cardiaques :**

Des rapports en provenance de la Chine, de l'Italie et des États-Unis portent à croire que certaines personnes souffrant de maladies cardiovasculaires sous-jacentes sont plus à risque de tomber gravement malades de la COVID-19. (92)

Des cardiologues de l'Hôpital Zonghan de Wuhan ont étudié les complications cardiovasculaires chez les personnes atteintes de COVID-19, les données recueillies auprès de 187 personnes diagnostiquées et hospitalisées pour la COVID-19 en janvier et février 2020, leur étude a été portée spécifiquement sur la présence de protéines associées aux lésions cardiaques dans le sang, il s'agit de la TnT (troponine spécifique du myocarde) : protéine libérée par les cellules moribondes ou mortes du cœur

Dans certains cas graves de COVID-19 avec complications cardiovasculaires, les taux sanguins de ces protéines étaient élevés. (92)

Les cardiologues ont constaté que le nombre de décès était plus élevé parmi les personnes présentant un taux élevé de TnT (60 %) que chez les personnes ayant un taux de TnT normal (9 %). (92)

De plus, certains patients ont dû subir une ventilation mécanique invasive à cause de lésions pulmonaires graves. Cette intervention s'est avérée nécessaire plus souvent chez les personnes présentant un taux élevé de TnT. (92)

Puisqu'il s'agit d'une étude rétrospective, il est impossible de tirer des conclusions claires.

Cependant, des enquêtes plus approfondies sur le risque d'événements cardiovasculaires graves dans la population COVID-19 doivent être entretenus.

De telles enquêtes peuvent conduire au développement d'interventions qui peuvent aider COVID-19.

### **II/5- L'impact du COVID-19 sur le système de santé :**

#### **5-1- sanitaire :**

L'ampleur globale de l'impact de la pandémie dépendra de la durée et de la gravité de la crise.

La pénurie de l'auto inoculation, ainsi que l'inquiétude quant à la possibilité de propager le virus à leurs familles, amis ou collègues. Cela peut les conduire à s'isoler de leur famille nucléaire ou élargie, à changer de routine et à affiner leur réseau de soutien social. (94)

L'épidémie du COVID-19 a également un impact considérable sur les secteurs sociaux et le développement humain, notamment ceux de la santé et de l'éducation. Elle risque de générer une augmentation des indices de pauvreté. Son impact risque de se faire ressentir plus durement parmi les catégories les plus vulnérables de la population (enfants, personnes âgées, personnes en situation de handicap, femmes en situation de détresse sociale, ménages travaillant dans le secteur informel, migrants, demandeurs d'asile et réfugiés) (95)

#### **5-2- Economique :**

Pour ce qui concerne l'Algérie : L'économie algérienne a une croissance essentiellement tirée par les hydrocarbures et l'investissement public. Les effets de la crise économique

engendrée par la COVID19 sur les prix du pétrole permettent d'utiliser celui-ci comme variable instrumentale pour comprendre l'effet sur l'économie sans risque de se tromper du fait de la part que représentent les hydrocarbures dans les exportations (98%), mais également par des restrictions drastiques de certaines importations (véhicules, produits électroniques notamment). (95)

### **5-3- Psychologique :**

Actuellement, en raison de cette pandémie, des niveaux élevés d'anxiété, de stress et de dépression ont déjà été observés dans la population générale.

Même si l'impact de cette épidémie sur la santé mentale mondiale n'est pas enregistré et mesuré, des informations similaires peuvent être tirées de l'expérience passée avec les infections à coronavirus. Lors de l'épidémie de MERS-CoV en Corée du Sud en 2015, les patients ont reçu une hémodialyse dans un environnement isolé. Le patient a signalé une diminution des valeurs d'hématocrite, de calcium et de phosphore après 2 semaines d'isolement. En outre, les niveaux d'ADN génomique circulant sans cellule (ADNc-ccf) et d'ADN mitochondrial sans cellule (ADNmt-ccf) sont des indicateurs de stress psychophysiologique humain, et leur processus de normalisation pendant l'hémodialyse humaine est considérablement retardée. Cela signifie que l'isolement médical pendant l'épidémie de MERS en Corée du Sud a entraîné une augmentation des niveaux de stress chez les patients hémodialysés (Kim et al. 2019) (94)

Les prestataires de soins de santé peuvent également développer des troubles psychiatriques après avoir fait face à des événements communautaires stressants. (94)

Les problèmes de santé mentale émergents liés à cet événement mondial peuvent évoluer vers des problèmes de santé durables, l'isolement et la stigmatisation. Des mesures de santé mondiale devraient être utilisées pour lutter contre les facteurs de stress psychosociaux, en particulier liés au recours à l'isolement / à la quarantaine, à la peur et à la vulnérabilité de la population générale. (94)

# *Chapitre III*

### **III/1- Prise en charge thérapeutique :**

#### **1-1- Tableau clinique :**

La période d'incubation est de 5 jours (IC à 95% 4-7), jusqu'à 13 jours. S'il y a des signes. Selon les rapports, il existe des maladies pseudo-grippales précoces.

La présentation clinique typique est celle d'un syndrome grippal.

Les symptômes décrits comprennent :

- Des signes respiratoires : une toux, une dyspnée, des difficultés respiratoires
- Une fièvre (toutefois, son absence n'élimine pas le diagnostic en présence d'une forte suspicion par ailleurs)
- Des frissons
- Une asthénie, une fatigabilité
- Des céphalées
- Des arthro-myalgies

Les signes suivants sont moins fréquents :

- Une sécheresse de la gorge
- Une rhinorrhée
- Des douleurs thoraciques
- Une diarrhée
- Des douleurs abdominales
- Des nausées et des vomissements
- Une anosmie sans obstruction nasale
- Une agueusie
- Un exanthème
- Un malaise et chute

L'absence de ces signes n'élimine pas la contamination.

Chez le sujet âgé la symptomatologie peut être atypique. Elle peut associer confusion, diarrhée et altération de l'état général même en l'absence de fièvre.

Il faut noter qu'une partie des patients atteints de Covid-19 ne présentent pas de symptômes de la maladie (ils sont dits « asymptomatiques »). **Cela montre l'importance de réaliser les**



gestes barrières, puisqu'une personne peut être infectée par le Sars-Cov-2 sans le savoir et transmettre la maladie. (96)

### **1-2- Définition des cas :**

La définition des cas possibles, et confirmés est régulièrement mise à jour en fonction de l'évolution de l'épidémie.

1/ **Les cas possibles** : Toute personne, ayant ou non été en contact à risque avec un cas confirmé dans les 14 jours précédant les symptômes, présentant des signes cliniques évocateurs d'infection à SARS-CoV2 19

2/ **Les cas probables** : Toute personne présentant des signes cliniques et tomodensitométriques évocateurs d'infection à SARS-CoV2.

3/ **Les cas confirmés** : Toute personne, symptomatique ou non, avec un résultat biologique (RT-PCR ou sérologie) confirmant l'infection par le SARS-CoV2. (96)

### **1-3 La prise en charge thérapeutique :**

La prise en charge thérapeutique est basée sur les données de la littérature actuelle et sur certaines données datant de l'expérience du SARS et du MERS-CoV.

Face à l'absence de traitement spécifique et prenant en considération les résultats préliminaires de protocoles thérapeutiques incluant notamment l'hydroxychloroquine.

L'hydroxychloroquine ou la chloroquine associée à l'azithromycine a été proposée dans la prise en charge des patients Covid-19. En présence de contre-indications, d'autres molécules décrites dans la littérature internationale peuvent être utilisées après discussion au staff ou avec les autorités sanitaires.

Toutes les molécules utilisées à visée anti-virale n'ont pas d'AMM (autorisation de mise sur le marché) dans cette indication. Le consentement éclairé doit être obtenu avant chaque prescription. L'information du patient ou de ses tuteurs est préalable au consentement.

Le traitement anticoagulant est prescrit chez tout patient hospitalisé ou porteur de facteurs de risque thrombo-embolique. Si le patient est déjà sous AVK (anti vitamines k), il sera mis sous héparine.

La prescription de vitamines (vitamine C, vitamine D 1000-4000 UI, thiamine 200 mg x 2/jour) associée à une amélioration de la réponse immune. Leur adjonction a été rapportée par plusieurs séries de la littérature avec un effet bénéfique observé sur les patients atteints de Covid-19 mais sans preuve tangible.

Le jeûne n'est pas recommandé à toute personne atteinte de Covid-19 vu la nécessité d'avoir un apport hydrique régulier et fractionné sur le nyctémère.

Les AINS (les anti-inflammatoires non stéroïdiens) et les corticoïdes ne sont pas indiqués dans la prise en charge des patients Covid-19.

Cependant les corticoïdes peuvent être utilisés en réanimation après discussion au staff. (96)

### **1-3-1- Forme pauci-symptomatique et mineure :**

- la prise en charge est non-spécifique sauf en présence de co-morbidité sévère. (voir tableaux)

- prescrire du paracétamol au besoin,

- l'isolement sera maintenu au moins 14 jours après le début des signes cliniques, avec deux PCR (Polymérase Chain Réaction) négatives à 48 heures d'intervalle.

- le suivi sera assuré une fois par jour par le médecin au niveau des unités adaptées.

- l'héparinothérapie sera prescrite uniquement en présence de facteurs de risque de thrombose et après avoir éliminé les contre-indications

. Les molécules et doses dépendront de la fonction rénale. La durée est de 14 jours. chez un patient avec une fonction rénale normale, la dose dépend de l'IMC indice de masse corporelle (BMI) du patient et de son poids

- IMC < 30: enoxaparine 0,4 ml/j

- IMC > 30: enoxaparine 0,4 ml x 2/j

- poids > 120 kg: enoxaparine 0,6 ml x 2/j

En présence d'une insuffisance rénale avec Cl < 30 ml/mn, les HBPM (Héparine de bas poids moléculaire) sont contre-indiquées).

- héparine sodique 1-2 mg/kg/j ou 100-200 UI/kg/j

- calciparine 5000 UI x 2/j (1)

### **1-3-2- Forme modérée ou forme mineure avec comorbidité sévère:**

- le patient est systématiquement hospitalisé dans le service dédié.
- un scanner thoracique est indiqué.

En cas d'indisponibilité, une radiographie thoracique sera effectuée.

Selon les données de l'imagerie, le patient sera maintenu à la zone tampon en attendant les résultats du prélèvement naso-pharyngé ou transféré au service Covid-19 si l'aspect est typique.

- un bilan biologique (FNS, CRP, glycémie, ionogramme sanguin, urée, créatinine, transaminases, TP/TCK, D-Dimères, fibrinogène, CPK, LDH, GDS) seront réalisés à l'admission. Ils ne seront répétés qu'en cas de besoin.

- le traitement est essentiellement symptomatique.

Le suivi est principalement clinique (état général, température, fréquence respiratoire, SpO<sub>2</sub>, PA, fréquence cardiaque, surveillance des pathologies associées, au minimum deux fois par jour). (96)

- **L'héparinothérapie** sera systématique en dehors des contre-indications.

Traitement anti-coagulant La prescription dépend de la gravité du tableau clinique :

- Forme mineure avec co-morbidité sévère

L'héparinothérapie sera prescrite uniquement en présence de facteurs de risque de thrombose. Les molécules et doses dépendront de la fonction rénale. La durée est de 14 jours.

- Forme modérée l'héparinothérapie est systématiquement prescrite sauf en présence de contre-indications. Les molécules et doses dépendront de la fonction rénale. La durée est de 28 jours.

- **Oxygénothérapie** : elle a pour but de maintenir une SpO<sub>2</sub> ≥ 94%. Elle doit être délivrée par les modalités générant le moins d'aérosols : un masque à haute concentration à usage unique ou par des lunettes couvertes par un masque chirurgical. (96)

- **Antibiothérapie** : Avant la confirmation microbiologique du diagnostic ou si les prélèvements ne sont plus effectués, une antibiothérapie probabiliste sera prescrite visant les

bactéries communautaires responsables de pneumopathies hypoxémiantes. On propose l'une des molécules suivantes pendant 7 jours :

- ceftriaxone 50 mg/kg/j
- cefotaxime 50-100 mg/kg/j
- amoxicilline-acide clavulanique: 80-100 mg/kg/j

En présence d'une pneumopathie interstitielle à l'imagerie on associera un macrolide parmi les suivants pendant 5 jours:

- clarithromycine : 500 mg x 2/j
- erythromycine 500 mg x 3/j
- azithromycine 500 mg/j
- spiramycine 1,5-3 M x 3/j

En présence d'une allergie aux bêta-lactamines, on peut utiliser levofloxacin 500 mg x 2/jour ou teicoplanine 400 mg/jour. (96)

### - **Traitement Pharmacologique :**

Il est prescrit aux patients après un consentement éclairé et écrit et en dehors des contre-indications : Utilisation de l'association hydroxychloroquine ou chloroquine à l'azithromycine chez les patients covid-19 (+) selon la procédure .

Il comporte de l'hydroxychloroquine (ou de la chloroquine selon la disponibilité du médicament) pendant 10 jours en association à l'azithromycine pendant 5 jours.

Le patient ou son tuteur doit donner son consentement à l'utilisation de ces médicaments hors AMM dans l'indication Covid-19 après une information détaillée. }

Hydroxychloroquine cp à 200 mg : 200 mg x 3 le premier jour (J1), puis 200 mg x 2/jour du deuxième au dixième jour (J2 à J10), Ou } Chloroquine cp à 100 mg : 400 mg x 2/jour pendant 10 jours.

Azithromycine : 500 mg le premier jour (J1) puis 250 mg du deuxième au cinquième jour (J2 à J5).

La posologie et la durée sont les mêmes quelle que soit la forme clinique. La posologie chez les insuffisants rénaux sera adaptée après avis du néphrologue référent.

- **Traitement des comorbidités** : Le traitement des co-morbidités doit être maintenu et ajusté au besoin
- **Les critères de sortie** : La sortie du patient de l'hôpital est envisagée en cas d'amélioration clinique.
- **Après la sortie** : Le suivi sera assuré une fois par jour par téléphone par le médecin traitant désigné au centre de suivi ou au niveau des circonscriptions à la direction régionale.
- **L'isolement du patient** : Il sera maintenu au moins 14 jours à partir du début des signes cliniques ou jusqu'à l'obtention de deux PCR négatives à 48 heures d'intervalle (96)

### **1-3-3- Formes graves en réanimation :**

Il n'existe pas à ce jour de traitement spécifique visant le SARS-CoV2. La conduite à tenir est principalement symptomatique.

Le prélèvement biologique à faire en première intention comprend: ferritinémie, urée, créatinine FNS, ionogramme, CRP, GDS, glycémie, TP/TCK, transaminases, CPK, TG. Il sera contrôlé selon les besoins. (96)

#### **➤ Prise en charge symptomatique des formes sévères :**

- Héparinothérapie – l'héparine est systématiquement prescrite à dose curative en dehors de ses contre - indications pour une durée minimale de 28 jours.
- héparine sodique : 3-5 mg/kg/j ou 300-500 UI/kg/j,
- enoxaparine 0,1 ml/10 kg x 2/j.
- En présence d'une insuffisance rénale avec Cl < 30 ml/mn, à adapter selon le TCA :
- héparine sodique 1-2 mg/kg/j ou 100-200 UI/kg/j calciparine. 100-200 UI/kg/j (84)

### ➤ **Prise en charge des patients présentant une hypoxémie sévère (SpO<sub>2</sub> < 92%) :**

En cas de recours à une assistance respiratoire (oxygénothérapie, ventilation non invasive ou invasive), le port d'EPI par le personnel soignant est fortement recommandé vu le risque élevé de contamination.

- L'oxygénothérapie doit être délivrée par un masque simple, à haute concentration ou des lunettes recouvertes par un masque chirurgical afin de réduire au maximum le risque d'aérosolisation, en visant une SpO<sub>2</sub> ≥ 94%.

- La technique d'oxygénothérapie à haut débit (Optiflow) peut être utilisée.

- En cas d'utilisation de la VNI (ventilation non invasif) à un ou deux niveaux de pression, un masque sans fuite avec bonne adhérence au visage du patient limite les risques d'aérosolisation.

- La persistance de signes de détresse respiratoire aiguë doit faire indiquer la ventilation artificielle invasive.

- Les précautions à adopter obligatoirement lors du contrôle des voies aériennes et de l'instauration de la ventilation mécanique sont Les doubles gants pour minimiser la contamination environnementale ultérieure. Le port d'une combinaison ou d'une blouse chirurgicale avec dans les deux cas, une surblouse.

L'intubation doit être faite par le médecin le plus expérimenté disponible. (96)

#### - **Antibiothérapie :**

Une antibiothérapie probabiliste sera systématiquement prescrite visant les bactéries communautaires responsables de pneumopathies hypoxémiantes.

On propose l'une des molécules suivantes pendant 7-10 jours :

- ceftriaxone 50 mg/kg/j
- cefotaxime 50-100 mg/kg/j
- amoxicilline-acide clavulanique: 80-100 mg/kg/j

Un macrolide parmi les suivants, est prescrit systématiquement pendant 5-7 jours:

- clarithromycine : 500 mg x 2/j
- erythromycine 500 mg x 3/j
- azithromycine 500 mg/j
- spiramycine 1,5-3 M x 3/j

En présence d'une allergie aux bêta-lactamines, on peut utiliser levofloxacine 500 mg x 2/jour ou teicoplanine 400 mg/jour. (96)

- **Traitement Pharmacologique** :

A ce jour il n'existe pas de traitement à visée anti-virale reconnu pour le Covid-19. Plusieurs essais cliniques sont en cours au niveau international associant différentes molécules: hydroxychloroquine, chloroquine, lopinavir/ritonavir, remdesivir... Il n'existe aucune recommandation internationale claire pour le moment en attendant les essais en cours. Lopinavir/ritonavir ou remdesivir sont actuellement testés dans les formes graves nécessitant une ventilation artificielle avec un tableau de SDRA (le syndrome de détresse respiratoire aiguë) en association à hydroxychloroquine à chloroquine.

Remdesivir n'a actuellement aucune AMM, ni indication. Il n'existe que sous forme d'essai ou à titre compassionnel. Son utilisation nécessite obligatoirement le consentement éclairé du patient ou de son tuteur.

Le traitement est prescrit aux patients après un consentement éclairé et écrit

Il comporte de l'hydroxychloroquine (ou de la chloroquine selon la disponibilité du médicament) pendant 10 jours en association à l'azithromycine pendant 5 jours :  
Hydroxychloroquine cp à 200 mg : 200 mg x 3 le premier jour (J1), puis 200 mg x 2/jour du deuxième au dixième jour (J2 à J10), Ou  
Chloroquine cp à 100 mg : 400 mg x 2/jour pendant 10 jours. Et  
Azithromycine : 500 mg le premier jour (J1) puis 250 mg du deuxième au cinquième jour (J2 à J5).

Les posologies chez les insuffisants rénaux sont à adapter, après avis du néphrologue référent. En présence d'une contre-indication aux dérivés de la quinine, le prescripteur pourra envisager d'utiliser une molécule parmi celles utilisées dans la littérature internationale selon leur disponibilité et après avis des instances sanitaires et consentement éclairé du patient.

- Remdesivir: la posologie pouvant être utilisée chez l'homme est celle préconisée au cours de l'infection liée au virus Ebola, il est administré en intraveineux : • 1 dose par jour, pendant

10 à 14 doses • 200 mg en dose de charge puis 100 mg 1x/jour en perfusion de 30 minutes à 1 heure Le remdesivir peut être obtenu après accord du promoteur de l'essai Gilead sous réserve d'envoyer un rapport circonstancié et nominatif à l'adresse mail suivante :

- Lopinavir/ritonavir: la posologie proposée est de 400 mg x 2/j per os pendant 10-14 jours Pour les malades de réanimation, il vaut mieux utiliser la forme solution si elle existe, sinon on utilise les comprimés qu'on passe par la sonde gastrique.

Ces recommandations sont susceptibles d'évoluer en tenant compte des nouvelles données pharmacologiques et cliniques. En attente des résultats virologiques et en cas de suspicion de grippe maligne, toutes les formes graves doivent recevoir oseltamivir si on évoque une grippe associée. Tous les effets indésirables doivent être notifiés au centre national de pharmacovigilance (effets.indésirables@rns.tn) Prise en charge des patients présentant un choc septique associé. (85)

### **1-4- Protocole de prise en charge COVID 19 en Algérie :**

#### **1-4 -1- Démarche diagnostique :**

Cette démarche diagnostique repose sur un faisceau d'arguments basés sur :

- des critères épidémiologiques qu'il importe de rechercher systématiquement ;
- des critères cliniques associant fièvre, toux et/ou dyspnée + 1- aslhr5nie - myalgies, troubles digestifs, insomnie
- Sachant que cette symptomatologie peut être variable d'un patient à l'autre ;
- des critères biologiques se traduisant par une leucopénie et / ou une lymphopénie
- une CRP élevée
- une VS accélérée.

A ce faisceau d'arguments s'associe un critère radiologique de forte présomption basé sur les images typiques du scanner thoracique :

- Opacités en vefte dépoli avec aspect en plage /nodulaire,
- Condensations avec aspect en bando /nodulaire,
- Crazy paving : réticulations au sein du velre dépoli.

L'absence d'anomalies parenchymateuses, n'exclut pas une infection COVID-19 dans les 3 premiers jours d'apparition des symptômes.



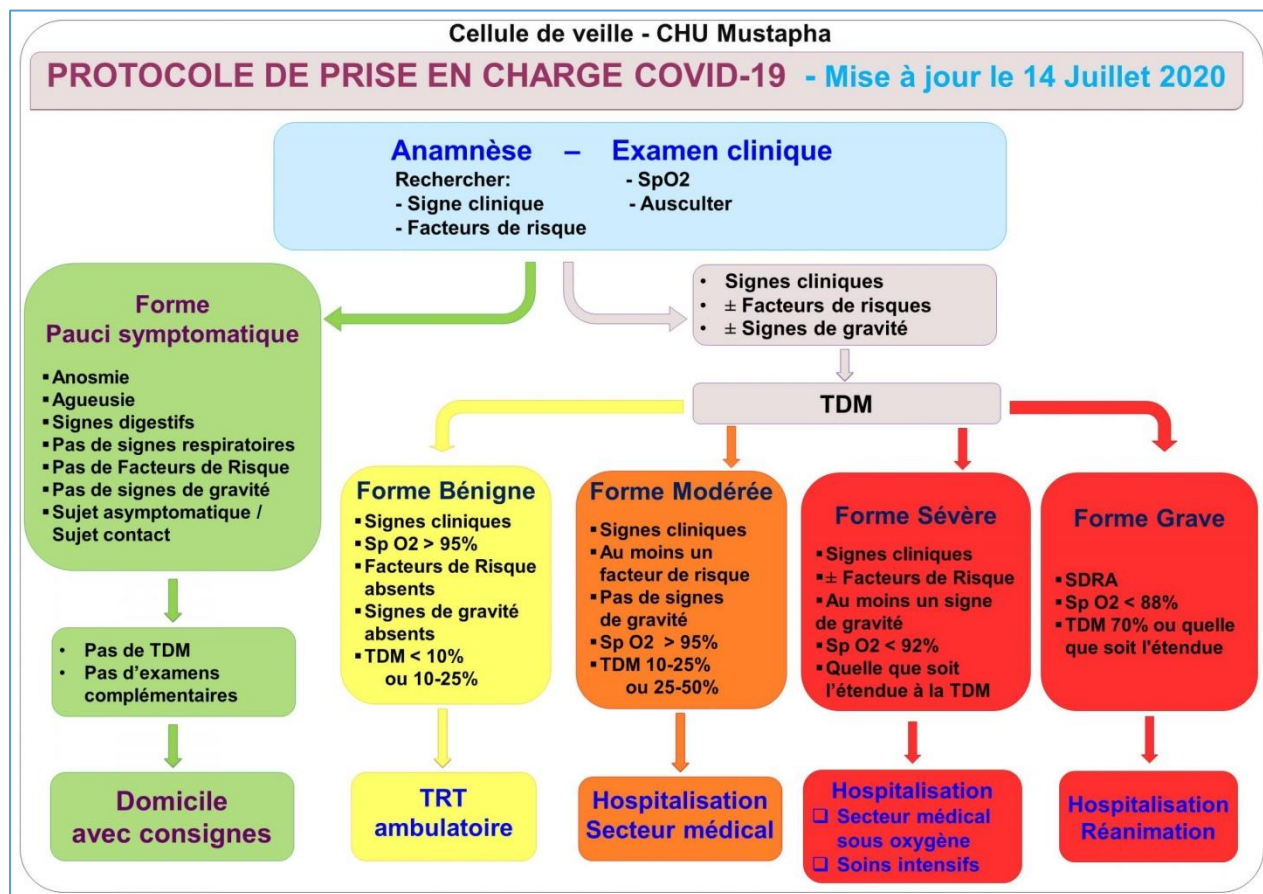
## CHAPITRE III : PRISE EN CHARGE DES MALADES ATTEINTS DU COVID-19

La certitude diagnostique est apportée par la positivité :

- de la RT-PCR qui reste L'examen de référence
  - des tests sérologiques (anticorps;). Validés à partir du 7<sup>e</sup>, jour du début des symptômes.
- (98)

### 1-4 -2- En matière de démarche thérapeutique :

Exemple du protocole de prise en charge COVID 19 CHU MUSTAPHA



**Figure 14 :** Protocole de prise en charge covid 19 (CHU MUSTAPHA BACHA,ALGERIE)  
(99)

# *Chapitre IV*

### **IV/1- Efficacité Des Mesures Barrières Face A La Propagation Du Virus Selon Les Recherches Scientifiques :**

#### **Les Principaux Moyens De Protection :**

##### **1-1- Les Equipements De Protection Individuelles (EPI) :**

Le SARS-CoV-2 peut survivre de 3h à 6 jours sur des surfaces inertes sèches ou en contexte aqueux. Par conséquent, une bonne utilisation de l'EPI est cruciale pour empêcher le transfert par contact des infections aux patients, aux visiteurs et aux autres travailleurs de la santé. L'EPI peut être contaminée pendant les activités de soins aux patients par des micro-organismes propagés par contact, des gouttelettes ou des aérosols provenant des fluides corporels des patients.

La prévention de la transmission des virus dans le cadre des soins de santé nécessite d'appliquer des procédures et protocoles appelés plus généralement « contrôles ». Ceux-ci, par ordre d'efficacité pour la lutte contre l'infection sont les suivants :

- contrôles administratifs,
- contrôles de l'environnement,
- contrôles techniques et équipement de protection individuelle (EPI).

Bien que ce dernier soit celui qui est le plus visible pour empêcher les transmissions, il doit être utilisé conjointement aux contrôles administratifs et techniques (installations de traitement en chambres stériles, organisation du travail, eau et assainissement, infrastructures pour l'hygiène des mains, gestion des déchets et aération).

Des travaux montrent que l'environnement d'un patient COVID-19 est très souvent contaminé par l'ARN de SARS-CoV-2, et que des prélèvements d'air peuvent identifier l'ARN du virus à proximité des patients, mais aussi en dehors de leurs chambres. Cependant, ces études suggèrent qu'un entretien de l'environnement de la chambre de patients COVID-19 permet d'éliminer cet ARN. De plus, une étude montre que, malgré l'ARN viral retrouvé, aucun virus ne pousse en culture cellulaire, ce qui peut laisser penser que ces virus ne sont pas infectants.

(103)

## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

---

De nombreuses études scientifiques ont évaluées les meilleurs moyens de protection contre les agents pathogènes surtout les virus respiratoires, la protection d'un individu se fait par une barrière des portes d'entrées des virus et bactéries et autre agent pathogènes.

La transmission du SARS-CoV-2 peut être minimisée par :

- Le nettoyage et la désinfection des équipements et des surfaces pour éviter la contamination croisée et la propagation.
- Le lavage des mains.
- La protection des yeux, de la bouche, du nez et des vêtements en portant des EPI conformément aux directives nationales, locales ou hospitalières :

❖ **Les équipements de protection individuelle (EPI) :**

Désignent les mesures barrières suivantes :

- protection du visage (masque/ lunettes),
- protection de la tenue,
- port de gants.

Le rôle du vêtement jetable et de l'accessoire jetable est fondamental pour garantir un degré élevé d'hygiène sur les lieux de travail et respecter les réglementations sanitaires en vigueur.

Une tenue de protection doit être portée dès qu'il y a risque de contact entre la tenue du professionnel et le patient suspect ou confirmé covid 19, les EPI doivent être correctement sélectionnés et utilisés d'une manière qui soit sûre ; ce point est particulièrement important au moment de mettre ou de retirer cet équipement et d'en décontaminer les différents éléments.

❖ **Enfilage :**

L'OMS suggère l'ordre suivant pour l'enfilage des EPI afin d'éviter la transmission par contact ou par gouttelettes :

1. Pratiquer l'hygiène des mains
2. Enfiler la blouse (ou le tablier, si des blouses résistantes aux éclaboussures ne sont pas disponibles)
3. Mettre le masque chirurgical ou l'appareil de protection respiratoire.
4. Mettre la protection oculaire (lunettes de protection ou visière/ écran facial)
5. Enfiler les gants. Veiller à ce que les gants recouvrent les poignets de la blouse.

### ❖ Retrait :

L'OMS suggère l'ordre suivant pour enlever les EPI portés pour se protéger de la transmission par contact et par gouttelettes :

1. Retirer le tablier.
2. Retirer la paire de gants extérieure.
3. Retirer la blouse
4. Retirer la protection des yeux.
5. Retirer le masque.
6. Retirer les gants. Éviter de toucher l'extérieur du gant. Saisir le bord du gant, puis le faire glisser en le retournant à l'envers. (Voir fiche OMS si jointe)

**NB** : Appliquer les mesures d'hygiène des mains entre chaque étape.

Étapes pour retirer l'équipement de protection individuelle (EPI) comprenant une blouse

**1** Retirez toujours l'EPI **sous la direction et la supervision d'un observateur formé** (collègue). Vérifiez que des conteneurs pour déchets infectieux sont à disposition dans la zone où vous vous déshabillez afin de jeter l'EPI sans prendre de risques. Il doit y avoir d'autres conteneurs pour les articles réutilisables.

**2** Appliquez les mesures d'**hygiène des mains** sur les mains gantées.<sup>1</sup>

**3** Retirez le **tablier** en vous penchant vers l'avant et en prenant soin d'éviter de contaminer vos mains. Lorsque vous retirez un tablier jetable, déchirez-le au niveau du cou et enroulez-le sans toucher l'avant. Dénouez ensuite l'arrière et enroulez le tablier vers l'avant.



**4** Appliquez les mesures d'**hygiène des mains** sur les mains gantées.

**5** Retirez la **paire de gants extérieure** et jetez-la sans prendre de risques. Utilisez la technique montrée à l'étape 17.

**6** Appliquez les mesures d'**hygiène des mains** sur les mains gantées.

**7** Retirez l'article **recouvrant votre tête et votre cou** ; prenez soin d'éviter de contaminer votre visage en commençant par le bas de la cagoule à l'arrière et en l'enroulant de l'arrière vers l'avant et de l'intérieur vers l'extérieur. Jetez cet article sans prendre de risques.



**9** Retirez la **blouse** en commençant par défaire le nœud, puis en la tirant de l'arrière vers l'avant et en l'enroulant de l'intérieur vers l'extérieur ; jetez-la sans prendre de risques.



**8** Appliquez les mesures d'**hygiène des mains** sur les mains gantées.

**10** Appliquez les mesures d'**hygiène des mains** sur les mains gantées.

**11** Retirez la **protection des yeux** en tirant l'attache depuis l'arrière ; placez-la sans prendre de risque dans le conteneur correspondant.



**13** Retirez le **masque** depuis l'arrière de la tête ; passez d'abord l'attache inférieure par dessus votre tête et laissez-le tomber à l'avant, puis faites la même chose avec l'attache supérieure. Jetez le masque sans prendre de risques.

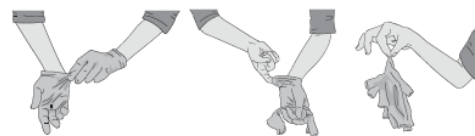


**14** Appliquez les mesures d'**hygiène des mains** sur les mains gantées.

**12** Appliquez les mesures d'**hygiène des mains** sur les mains gantées.

**17** Retirez les **gants** avec précaution en utilisant la technique appropriée ; jetez-les sans prendre de risques.

**15** Retirez les **bottes** en caoutchouc sans les toucher (ou les surchaussures le cas échéant). Si les mêmes bottes doivent être utilisées en dehors de la zone à haut risque, gardez-les aux pieds, mais nettoyez-les et décontaminez-les correctement avant de quitter la zone où vous vous déshabillez.<sup>2</sup>



**16** Appliquez les mesures d'**hygiène des mains** sur les mains gantées.

**18** Appliquez les mesures d'**hygiène des mains** sur les mains gantées.

<sup>1</sup> Lorsque vous travaillez dans la zone de soins aux patients, les gants extérieurs doivent être changés entre chaque patient et avant de sortir de la zone (après avoir vu le dernier patient).

<sup>2</sup> Pour décontaminer correctement les bottes, vous devez pénétrer dans un bain de pieds avec une solution chlorée à 0,5 % (et enlever la saleté à l'aide d'une brosse pour toilettes si les bottes sont très souillées de boue et/ou de matières organiques). Vous devez ensuite frotter tous les côtés avec une solution chlorée à 0,5 %. Au moins une fois par jour, les bottes doivent être désinfectées en les plongeant dans une solution chlorée à 0,5 % pendant 30 minutes, puis rincées et séchées.



L'Organisation mondiale de la Santé a pris toutes les précautions raisonnables pour vérifier les informations contenues dans la présente publication. Toutefois, le matériel publié est diffusé sans aucune garantie, expresse ou implicite. La responsabilité de l'interprétation et de l'utilisation dudit matériel incombe au lecteur. En aucun cas, l'Organisation mondiale de la Santé ne saurait être tenue responsable des préjudices subis du fait de son utilisation.

Figure 15 : Retrait de l'EPI (OMS)

- **Stratégies en cas de pénurie :**

Lorsque des pénuries d’approvisionnement en EPI sont susceptibles d’avoir un impact sur la sécurité et la durabilité de la prestation des soins de santé, l’utilisation de ces équipements dans les établissements de santé qui traitent des patients atteints de covid-19 doit être optimisée à l’aide des stratégies suivantes :

- Améliorer l’utilisation des EPI en planifiant les soins ; regrouper les activités et utiliser des alternatives aux interactions en face à face qui assurent la qualité des soins.
- Utiliser les EPI en fonction du risque de transmission ; les précautions standard et liées au mode de transmission doivent être appliquées en conséquence lors de la fourniture de soins aux patients.
- Augmenter la disponibilité en évaluant les EPI qui ont été testés selon des normes internationales fonctionnellement équivalentes. (110)

- **Stratégies temporaires en cas de grave pénurie :**

Dans les situations de grave pénurie ou de rupture de stock anticipée des EPI, et lorsque des stratégies visant à optimiser l’utilisation des EPI disponibles ont été mises en œuvre, des mesures temporaires peuvent être envisagées de façon indépendante ou conjointe pour maximiser l’utilisation des stocks disponibles :

- utilisation prolongée des EPI (plus longtemps par rapport à la durée normale ou pour plusieurs rencontres avec des patients) ;
- retraitement des EPI (réutilisation d’EPI précédemment portés après des méthodes de décontamination ou de retraitement) ;
- EPI de remplacement (utilisation de produits non normalisés ou reconvertis comme EPI). (110)

### **1-2- La protection faciale :**

Pour protection faciale optimale ; on doit utiliser des masques munis d'une protection oculaire intégrée, des lunettes de sécurité ou des écrans faciaux. Le choix de la protection du visage lors des soins courants aux patients est fonction de l'analyse de risque des situations de soins qui tient compte de l'état clinique du patient et de la tâche à effectuer.

#### **1-2-1- Les masques faciaux :**

Les personnes qui parlent, toussent, crachent ou éternuent émettent des sécrétions respiratoires dans l'air, sous forme de gouttelettes de différentes tailles. De plus grosses gouttelettes d'eau se déposent immédiatement après avoir été déchargé dans l'environnement immédiat d'une personne infectée. Les plus petites gouttelettes se déshydrate rapidement et restent en suspension dans l'air, sous forme d'aérosols. En cas d'infection respiratoire, ces sécrétions peuvent contenir des micro-organismes. Selon les micro-organismes, la propagation peut être réalisée par contact et propagation entre de grosses gouttelettes. La muqueuse de l'individu ou le noyau de gouttelettes inhalées de l'individu, particules inférieures à 5 µm. Les précautions à prendre dépendront principalement du mode de transmission des microorganismes. (103)

La protection du visage est assurée par le masque complétée par le port de lunettes de protection enveloppantes, les écrans faciaux ou les masques dotés de visières.

Les masques sont portés pour empêcher l'inhalation de particules (protection du porteur) ou comme mesure de contrôle à la source pour prévenir l'exhalation ou la propagation de particules par la toux, les éternuements ou les autres activités respiratoires (protection des autres).

Le port d'un masque a été recommandé pendant la pandémie de COVID-19, qui a été la première ligne de défense contre le virus.

L'effet protecteur des masques chirurgicaux a été démontré dans des études sur les soins de santé. Une étude rétrospective des infections au SRAS-CoV-2 chez des travailleurs de la santé d'un hôpital états-unien, avant et après la mise en œuvre du port universel du masque chirurgical par le personnel et les patients, a révélé que cette mesure de prévention était associée à un taux d'infection inférieur. (101)

Dans une étude de cas chinoise, 41 travailleurs de la santé ont participé à des interventions générant des aérosols auprès d'un patient ayant plus tard reçu un résultat positif au SRAS-CoV-



2. Aucun des travailleurs de la santé, parmi lesquels 85 % portaient un masque chirurgical et 15 %, un respirateur, n'a reçu de résultat positif au SRAS-CoV-2. (101)

Le port d'un masque est recommandé pour le personnel lors des soins ou manipulations exposant à un risque

- D'aérosolisation,
- De projection de sang
- De tout autre produit d'origine humaine (intubation, aspiration, endoscopie, actes opératoires, autopsie...). (102)

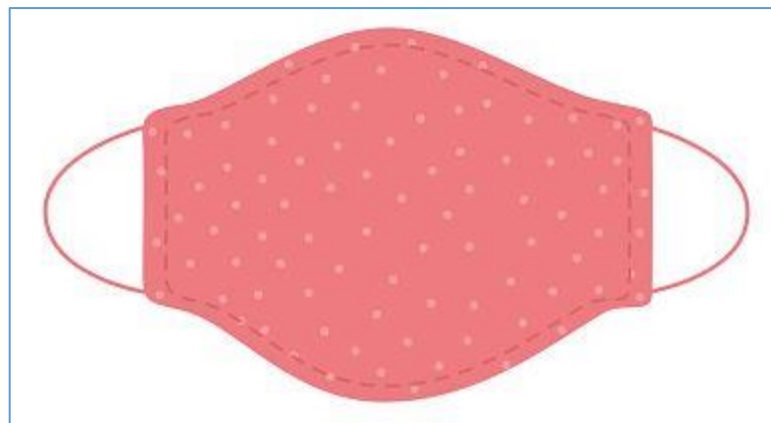
### **Catégories de masques :**

1. Les masques à usage médical et non médical.
2. Les appareils de protection respiratoires : souvent appelés masques N95 ou masques

#### **1-2-1-1- Les masques à usage médical et non médical :**

Il existe aujourd'hui une vaste gamme de masques utilisés à des fins médicales et non médicales (masques de tissu), mais ceci dit les masques chirurgicaux offrent une meilleure protection au porteur que la plupart des masques en tissu.

##### **a) Les masques en tissu :**



**Figure 16 :** Masque facial en tissu.

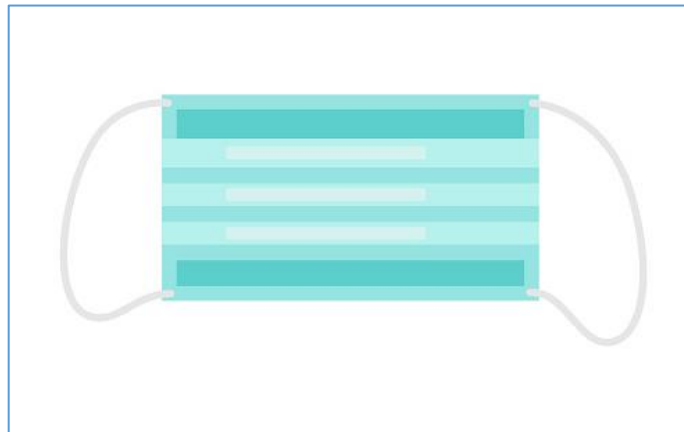
Peuvent être constitués de matériaux de différentes natures. Ces masques n'ont pas été soumis à l'ensemble des tests d'efficacité prescrits par les normes en vigueur. Le peu d'études scientifiques sur les performances de filtration des masques en tissu montrent une efficacité de filtration inférieure à celle des masques chirurgicaux. Une étude chez le personnel hospitalier a

également montré que le risque d'infection respiratoire était plus important dans le groupe portant un masque en tissu que dans le groupe portant un masque chirurgical. (100)

Un masque en tissu doit être changé dès qu'il devient humide et au moins toutes les 4 heures. Pour les masques en tissu lavables, il convient de ne pas dépasser le nombre de cycles préconisés par le fabricant. (100)

Le dernier avis de la SF2H (date du 14 mars) recommande « de ne pas utiliser d'autres types d'écrans à la place des masques chirurgicaux (ex. masques en tissu, masques en papier, chiffons noués derrière la tête), du fait de données scientifiques concernant leur efficacité (étanchéité) très rares ». Ces recommandations sont basées sur les connaissances actuellement disponibles et sont susceptibles d'être modifiées en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques et de l'évolution de l'épidémie actuelle Covid-19. (100)

### b) Un Masque Chirurgical :



**Figure 17 :** Masque chirurgicale

Est un dispositif médical (norme EN 14683). Il est destiné à éviter la projection vers l'entourage des gouttelettes émises par celui qui porte le masque. Il protège également celui qui le porte contre les projections de gouttelettes émises par une personne en vis-à-vis.

En revanche, il ne protège pas contre l'inhalation de très petites particules en suspension dans l'air. On distingue trois types de masques classés selon l'efficacité de filtration bactérienne :

- **Type I** : efficacité de filtration bactérienne > 95 % d'un aérosol de taille moyenne 3  $\mu\text{m}$ .

(Il convient d'utiliser les masques à usage médical de type I uniquement pour les patients et d'autres personnes, pour réduire le risque de propagation des infections, en particulier dans un contexte d'épidémie ou de pandémie. Les masques de type I ne sont pas destinés à être utilisés par des professionnels de santé dans des blocs opératoires ou dans d'autres installations médicales aux exigences similaires).

- **Type II** : efficacité de filtration bactérienne > 98 % d'un aérosol de taille moyenne 3 µm.
  - **Type IIR** : efficacité de filtration bactérienne > 98 % d'un aérosol de taille moyenne 3 µm et résistant aux éclaboussures (La lettre « R » indique une résistance aux projections).
- (88)

Selon des études sur le taux de pénétration évaluant la protection du porteur, les masques chirurgicaux pourraient bloquer environ 60 % des particules, mais pourraient laisser passer des particules de virus dans des environnements à forte concentration. Des études sur le taux de pénétration évaluant plutôt la protection d'autrui ont montré que les masques chirurgicaux bloquent la diffusion de certaines grosses gouttelettes, mais qu'ils sont moins efficaces pour empêcher la diffusion d'aérosols infectieux par la respiration et la toux. (102)

Dans le contexte de la pandémie de COVID-19, il est préférablement recommandé d'utiliser des masques médicaux répondant à la norme ASTM F2100 (le niveau 1 est suffisant) étant donné la présence du critère de filtration des particules (PFE). Toutefois, l'utilisation de masques répondant à la norme EN 14683 de type pourrait représenter une alternative acceptable. (100)

**Les éléments suivants, lorsque présents sur l'étiquetage ou sur le site Internet du distributeur des masques médicaux, sont des signes d'un instrument de qualité :**

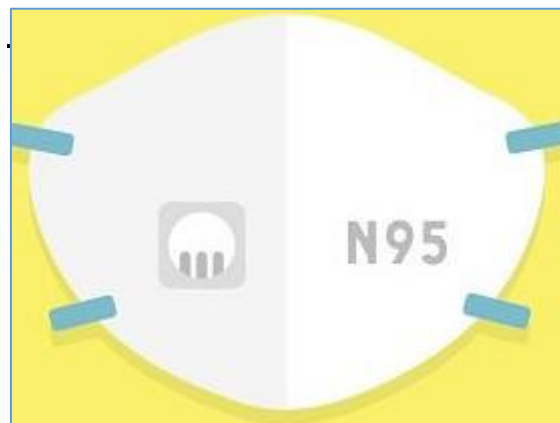
- ✓ La mention « masque médical » ou « masque chirurgical ».
- ✓ Le nom et l'adresse du fabricant et du distributeur.
- ✓ Le numéro de la licence d'établissement pour les instruments médicaux afin de vérifier que l'entreprise possède une LEIM.
- ✓ Différents marquages doivent être visibles sur les masques ou leur emballage, les masques chirurgicaux doivent porter sur leur emballage :
  - Le marquage CE,
  - La référence datée de la norme EN 14683,
  - Le type du masque (type I, II, IIR).

### Comment porter correctement un masque chirurgical ?

Pour être efficaces, les masques doivent être correctement utilisés. Pour cela :

- Se laver les mains ou à défaut, les frictionner avec une solution hydro-alcoolique.
- Placer le masque sur le visage, le bord rigide vers le haut et l'attacher.
- Pincer la barrette nasale avec les deux mains pour l'ajuster au niveau du nez.
- Abaisser le bas du masque sous le menton.
- Une fois ajusté, ne plus toucher le masque avec les mains et ne pas le placer en position d'attente sous le menton ou sur le front, pour éviter de contaminer l'intérieur du masque.  
(100)
- Un masque chirurgical est conçu pour un usage unique. Il doit être changé dès qu'il devient humide et au moins toutes les 4 heures.

### **1-2-1-2- Masque De Protection Filtrant Un Masque FFP (Filtering Facepiece, Littéralement « Pièce Faciale Filtrante ») :**



**Figure 18:** Respirateur type N95

- Est un appareil de protection respiratoire (norme NF EN 149) destiné à protéger le porteur à la fois contre l'inhalation de gouttelettes et des particules en suspension dans l'air pouvant contenir des agents infectieux. Il existe trois catégories de masques FFP, classés selon l'efficacité de leur filtre (101). Ainsi, on distingue 3 classes FFP : FFP1, FFP2 et FFP3

## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

---

- Les masques FFP1 Élastique Jaune : filtrant au moins 80 % des aérosols de taille moyenne 0,6  $\mu\text{m}$  (fuite totale vers l'intérieur < 22 %).
  - **Le moins filtrant**
  - **Inefficace contre le covid.**
- Les masques FFP2\_Élastique Blanc ou Bleu : filtrant au moins 94 % des aérosols de taille moyenne 0,6  $\mu\text{m}$  (fuite totale vers l'intérieur < 8 %).
  - **Utilisés par les professionnels de santé en cas de patient infecté et par le patient**
  - **À utiliser en cas de covid-19**
- Les masques FFP3 Élastique Rouge : filtrant au moins 99 % des aérosols de taille moyenne 0,6  $\mu\text{m}$  (fuite totale vers l'intérieur < 2 %). (100)
  - **Le plus filtrant.**

Selon des études les masques N95 ou leurs équivalents semblent conférer, pour la personne qui porte le masque, une protection supérieure par rapport aux autres types de masque (Rengasamy et al., 2010 ; van der Sande et al., 2008). (106)

### Comment Choisir Un Masque FFP ?

Il existe des masques de différentes formes (coque, 2 plis, 3 plis, becs de canard...), avec ou sans soupape expiratoire et muni ou non d'un joint facial. Le masque doit être adapté à la morphologie du visage de l'utilisateur. Certains modèles sont disponibles en deux ou trois tailles. Il convient de réaliser un essai d'ajustement pour vérifier que le modèle soit adapté au visage du porteur. (88)

L'ajout d'une barrette nasale permet d'améliorer l'ajustement du masque et d'éviter la buée pour les personnes qui portent des lunettes. En revanche, l'introduction de coques à l'intérieur des masques n'est pas recommandée car ces dispositifs écartent le masque du visage empêchant ainsi un bon ajustement et augmentant la pénétration des aérosols par le pourtour du masque. (100)

Les masques de protection respiratoire FFP et leur emballage doivent porter les indications suivantes :

- Le marquage CE (sigle CE suivi du numéro de l'organisme notifié chargé de suivre,

- La qualité de la fabrication), le numéro et l'année de la norme correspondant au type d'appareil (EN 149 +A1 :2009),
- La classe d'efficacité (FFP1, FFP2 ou FFP3). (100)

### **Les Valves D'expiration :**

Les soupapes d'expiration améliorent la respirabilité des respirateurs tout en conservant l'effet protecteur pour le porteur, mais peuvent fournir moins de protection aux autres contre le porteur. De nombreuses autorités sanitaires, déconseillent l'utilisation de respirateurs à valve comme contrôle à la source, en particulier dans les environnements stériles en raison du risque de libération d'un jet d'expiration non filtré par l'utilisateur. Cela a été démontré dans une étude de visualisation du jet d'expiration d'un respirateur à valve, qui a indiqué une fuite d'aérosols significativement plus importante qu'un respirateur sans valve. (102)

Il y a peu de preuves disponibles pour évaluer si l'utilisation de masques à valve dans les milieux communautaires augmente les risques de transmission par rapport à d'autres couvertures faciales non médicales. Une étude quantitative de Fischer et al. (2020) ont constaté qu'un respirateur N95 à valve libérait plus de particules au fil du temps qu'un N95 sans valve et un masque chirurgical, mais avait des performances similaires ou meilleures que certains masques en tissu. Une étude comparant l'émission de particules de la taille d'un aérosol pendant la respiration, la conversation et la toux a révélé que, par rapport à un masque chirurgical et à un respirateur KN95 sans valve, un masque N95 à valve présentait des performances similaires, et tous étaient meilleurs que les masques en papier et en tissu faits maison pour bloquer la transmission des aérosols, bien que le masque à valve ait été testé sur un plus petit nombre de participants à l'étude. (102)

### **Comment Porter Correctement Un Masque FFP ?**

Pour être efficaces, les masques doivent être correctement utilisés. Pour cela :

- Vérifier l'intégrité des conditionnements
- Vérifier l'apparence (couleur d'origine) du masque
- Vérifier la solidité des élastiques et de la barrette nasale de maintien du masque
- Se laver les mains.
- Placer le masque sur le visage, la barrette nasale sur le nez.
- Tenir le masque et passer les élastiques derrière la tête sans les croiser.

## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

---

- Pincer la barrette nasale avec les deux mains pour l'ajuster au niveau du nez.
- Vérifier que le masque soit bien mis. Pour cela, il convient de contrôler l'étanchéité (Fit check) :

Couvrir la surface filtrante du masque en utilisant une feuille plastique maintenue en place avec les deux mains.

- Inspirer : le masque doit s'écraser légèrement sur le visage.
- Si le masque ne se plaque pas, c'est qu'il n'est pas étanche et il faut le réajuster.
- Après plusieurs tentatives infructueuses, changer de modèle car il est inadapté.
- Une fois ajusté, ne plus toucher le masque avec les mains et ne pas le placer en position d'attente sous le menton ou sur le front, pour éviter de contaminer l'intérieur du masque. (100)
- Un masque FFP mal adapté ou mal ajusté ne protège pas plus qu'un masque chirurgical.
- Un masque FFP retiré ne doit pas être réutilisé. La durée de port doit être conforme à la notice d'utilisation. Dans tous les cas, elle sera inférieure à 8 heures sur une seule journée. (100)

Pour une meilleure compréhension un tableau comparatifs des différents types de masques a été joint ci-dessous :

## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

	<b>Respirateurs</b>	<b>Masques chirurgicaux ou d'intervention</b>	<b>Masques non médicaux en tissu</b>
Types	N95, N99, N100 (É.-U., Canada), FFP2 ou FFP3 (UE). Différents styles : moulé, plié et à « bec de canard » . Certains comprennent aussi une soupape d'expiration.	Habituellement une structure en trois fines couches qui peut comprendre une combinaison de papier non-tissé formé par voie sèche et de polypropylène <sup>3</sup> .	Grande variété de tissus, de nombre de couches et de styles. Un modèle courant comprend deux couches de coton.
Utilisation	Pour utilisation dans les milieux où l'exposition à des aérosols est probable. Protègent contre la plupart des particules (les masques N95 bloquent 95 % des particules et offrent une certaine protection contre les éclaboussures et les projections). Les masques médicaux font l'objet de tests de résistance aux fluides, notamment le sang.	Pour utilisation dans les soins de routine afin de réduire l'inhalation et l'expulsion de gouttelettes respiratoires. Filtrent les particules ayant un diamètre de plus de 20 µm et certains noyaux de condensation plus fins <sup>4</sup> . Empêchent le sang et les substances infectieuses d'entrer en contact avec la bouche, le nez et la peau. Efficaces contre les éclaboussures et les projections.	Pour utilisation par le grand public dans les milieux non médicaux comme mesure de contrôle à la source afin de réduire les émissions respiratoires du porteur et l'exposition à celles des autres.



## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

Approbation	National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) des É.-U. pour les masques N95 ou semblables, normes de l'UE pour les masques FFP6. Le gouvernement du Canada a publié une liste de solutions de rechange aux masques N95 approuvées.	FDA, avec une catégorisation selon le niveau de résistance aux éclaboussures (niveau 1 de l'ASTM – pression veineuse ; niveau 2 – pression artérielle ; niveau 3 – projection à grande vitesse).	Non approuvés pour l'utilisation en milieu de soins ou dans un autre milieu. Aucun test quant au respect des normes de qualité n'a été effectué.
Avantages	Les respirateurs médicaux peuvent empêcher la pénétration d'aérosols. Ils peuvent être réutilisés et désinfectés en prenant certaines précautions	Offrent une certaine protection contre la transmission par contact, sont jetables et relativement peu coûteux. Il n'est pas nécessaire de faire une évaluation de l'ajustement du masque.	Les masques non médicaux sont peu dispendieux et peuvent être fabriqués à partir de matériaux disponibles à la maison. Peuvent servir de rappel de ne pas se toucher le visage <sup>5</sup> . Peuvent être réutilisés et lavés <sup>2</sup> .
Désavantages	La filtration des aérosols n'est efficace que si un essai d'ajustement a été effectué. Certains utilisateurs pourraient connaître un inconfort et une réduction de la facilité à respirer, les masques sont chers et quantités limités	Moins efficaces contre les particules plus petites (0,4 à 1,3 µm), ajustement moins serré que les masques N95, donc plus de risques de pénétration par fuite <sup>7</sup> . La réutilisation et la désinfection ne sont pas recommandées en milieu de soins	Efficacité variable de la protection respiratoire et de la facilité à respirer selon le matériau et le modèle <sup>8</sup> . Ces masques ne remplacent pas les autres mesures de protection (hygiène des mains, distanciation)

**Tableau 2 : Survol des types de masques**

## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

### Retrait d'un masque :

- Après usage, retirer le masque en saisissant par l'arrière les lanières ou les élastiques sans toucher la partie avant du masque.
- Les masques à usage unique doivent être jetés immédiatement après chaque utilisation dans une poubelle munie d'un sac plastique (de préférence avec couvercle et à commande non manuelle) car il n'est pas possible de les décontaminer.
- Effectuer une friction avec une solution hydro alcoolique ou se laver les mains à l'eau et au savon après retrait.
- Un masque chirurgical sera changé dès qu'il devient humide et au moins toutes les 4 heures. Un masque FFP retiré ne doit pas être réutilisé. La durée de port doit être conforme à la notice d'utilisation. Dans tous les cas, elle sera inférieure à 8 heures sur une seule journée.

### **Quels sont les masques recommandés pour les professionnels de santé lors de la prise en charge d'un patient Covid suspect ou confirmé ?**

Le choix des masques pour le contrôle de la transmission du virus grippal a fait l'objet de multiples études, revues et méta-analyses. De façon constante, aucune étude n'a trouvé de supériorité, ni même de tendance, en faveur de l'utilisation d'un masque FFP2 par rapport au masque chirurgical, y compris la dernière en date menée dans une large population, et s'intéressant à l'ensemble des virus respiratoires. (100)

En l'état actuel des connaissances, la transmission de la Covid-19 se fait principalement par les grosses gouttelettes émises par le patient lors de la toux, des éternuements ou de la parole ; la transmission aérienne est très secondaire. (91) Cependant, la transmission possible du SARS-CoV-2 par l'intermédiaire d'aérosols doit être pris en considération notamment dans un local clos mal ventilé. L'évolution des connaissances justifie de mieux prendre en compte cette voie de transmission dans les préconisations du port de masque pour les professionnels de santé exposés. (100)

En milieu de soins, l'INRS recommande :

- Port d'un masque à usage médical par le patient.
- Port d'un masque à usage médical par le professionnel de santé, en dehors de toute prise en charge d'un patient Covid suspect ou confirmé : dans les couloirs, salles de réunion....

- Port d'un appareil de protection respiratoire de type FFP2 par le professionnel de santé lors de toute prise en charge d'un patient Covid suspect ou confirmé. (100)

### **Comparaison des pouvoirs filtrants selon les standards :**

Les normes européennes imposent des tests de filtration avec des aérosols de chlorure de sodium et d'huile de paraffine. Elles comprennent également des tests sur la résistance mécanique, la résistance respiratoire et le colmatage. Il existe des correspondances entre les normes européennes et celles d'autres pays. Ainsi, les performances de filtration sont similaires entre les masques FFP2 (norme européenne EN 149), les masques N95 (norme américaine NIOSH 42C-FR84), les masques Korea 1st Class (norme coréenne KMOEL-2017-64), les masques KN95 (norme chinoise GB2626-2006), les masques DS2 (norme japonaise JMHLW-2000) et les masques P2 (norme australienne AS/NZS 1716 :2012) (101)

Les respirateurs ont été prouvés efficaces pour réduire la projection de particules respiratoires par le porteur. Des études sur l'effet protecteur révèlent que les respirateurs offrent une plus grande protection que les masques chirurgicaux, l'incidence des maladies respiratoires cliniques étant plus faible chez les personnes qui portent un masque N95, cet effet protecteur a également été observé durant la pandémie de COVID-19 (102)

En effet une étude rétrospective d'un groupe de 493 travailleurs de la santé à Wuhan, en Chine, a montré qu'aucune des personnes qui portaient un respirateur N95 et qui procédaient à une hygiène régulière des mains dans un milieu à haut risque n'a contracté le SRAS-CoV-2. En comparaison, 10 des 213 travailleurs qui ne portaient pas de masque et qui procédaient à une hygiène des mains occasionnelle dans un Centre de collaboration nationale en santé environnementale milieu dont le risque était grandement inférieur ont contracté le virus. On a également observé un effet protecteur des respirateurs pour les travailleurs de la santé exposés au SRAS-CoV-2 durant une intervention générant des aérosols. (102)

### **Décontamination Et Réutilisation Des Masques :**

La pandémie de COVID-19 a en effet entraîné une pénurie de matériel médical au niveau mondial, notamment des masques de protection.

Des études avaient alors été menées pour évaluer la possibilité de décontaminer les masques, en vue de les réutiliser. Au cours du mois de mars 2020, plusieurs hôpitaux et universités ont publié leur protocole de stérilisation, avec un succès variable afin de faire face à la pénurie,

## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

plusieurs méthodes de décontamination des masques ont été étudiées dans la perspective de leur réutilisation. (101)

Les normes européennes imposent des tests de filtration avec des aérosols de chlorure de sodium et d'huile de paraffine. Elles comprennent également des tests sur la résistance mécanique, la résistance respiratoire et le colmatage. (101)

Les résultats des différentes études ont été résumés dans le tableau ci-dessous :

METHODE	AVIS	REMARQUES
Chaleur sèche (70°C, 30 mn)	Efficace	Pas de données sur des cycles répétés.
Irradiation UV (minimum 5 mJ/cm <sup>2</sup> )	Efficace	Pas de données sur plus de trois cycles
Autoclave	Plus ou moins efficace	Résultats variables. 15 mn à 121°C plutôt que 134°C. Utiliser un sac imperméable. Ne pas utiliser si déformation physique du masque.
Pasteurisation	Pas recommandée	Altération physique et des propriétés filtrantes.
Micro-ondes	Pas recommandée	Altération physique et des propriétés filtrantes.
Immersion dans solvants	Pas recommandée	Altération physique et des propriétés filtrantes.

**Tableau 3** : évaluation des différentes méthodes de décontamination (101)

En raison du manque de recul sur une décontamination répétée, la réutilisation de masques stérilisés est déconseillée chez les personnels soignants directement au contact de patients infectés par le COVID-19. En revanche, le recyclage des masques représente une solution alternative crédible pour les professionnels de santé moins exposés : pharmacies, personnels non soignants des hôpitaux, personnels soignants non au contact de patients confirmés, cabinets vétérinaires... (101)

### **1-2-2- Les lunettes de protection des yeux :**

La voie oculaire constituant une porte d'entrée possible pour le SARS-CoV-2, le port du masque doit être complété par des lunettes de sécurité ou d'un écran facial dans les situations à risque impliquant un patient non masqué.

L'observance des professionnels de santé aux dispositifs de protection faciale reste faible. Les différents milieux de soins (hôpitaux, domicile, ambulatoire, cabinets médicaux, structures médicosociales...) sont, par la nature du travail effectué, des lieux d'exposition des professionnels de santé aux agents biologiques d'où la nécessité de port d'un dispositif de protection des yeux, comme des lunettes de protection, visant à les protéger contre la projection de gouttelettes qui est obligatoire en présence d'une personne qui semble malade.

Concernant les Lunettes de protection réutilisable la désinfection du dispositif se fait selon la procédure suivante :

1. Retirer l'ensemble de l'équipement de protection selon les procédures connues et établies. La protection oculaire doit être retirée de façon sécuritaire (l'équipement doit être manipulé par les côtés (les branches ou la bande élastique) afin de ne pas toucher le devant de la lunette ou de la visière).
2. Désinfecter l'ensemble de l'équipement (intérieur et extérieur) entre chaque usager (peut être conservé pour les soins de plusieurs usagers sans retrait (si non souillé) lors de regroupement d'usagers COVID-19) et immédiatement après le retrait avec un produit approuvé pour un usage hospitalier, reconnu efficace (virucide pour le coronavirus) et homologué (numéro d'identification d'une drogue (DIN)) par Santé Canada. Appliquer les recommandations du fabricant. Porter des gants pour la désinfection.
3. Le temps de contact prescrit doit être respecté (varie selon le produit utilisé, se référer aux indications du fabricant).
4. L'équipement peut être rincé avec de l'eau du robinet si la visibilité est compromise par le produit désinfectant suite à la désinfection appropriée.
5. Lorsque l'intégrité de l'équipement n'est plus assurée, ce dernier doit être jeté. Un nouvel équipement est requis.

**NB** : Si présence de souillures, procéder à un nettoyage avec eau et détergent (savon) avant la désinfection. (95)

### **1-2-3- Visière :**

La visière de protection, également appelé « masque facial » ou « écran faciale », est constitué d'un serre-tête sur lequel est fixé un écran transparent en polycarbonate recouvrant le visage. L'appareil est conçu par le cadre de la norme européenne NF EN 166, qui peut empêcher la projection de liquide sur le visage.

En raison de la pénurie de masques chirurgicaux au début de la pandémie causée par le nouveau coronavirus, les masques faciaux sont de plus en plus acceptés comme l'un des moyens les plus efficaces de contrôle à la source (c.-à-d. Protéger les autres contre un porteur potentiellement infecté) et peuvent aider à freiner la propagation de la maladie dans la communauté lorsqu'ils sont utilisés en combinaison avec une distanciation sociale et un lavage fréquent des mains. (105)

Les visières sont considérées comme moins restrictifs que les masques chirurgicaux ou en tissu qui bloquent le nez et la bouche. Aussi l'avantage des écrans faciaux est de rendre visible le visage du porteur, facilitant ainsi la communication et permettant aux personnes malentendantes de lire sur les lèvres, protègent les yeux des éclaboussures et des pulvérisations de gouttelettes infectées. (105)

Les boucliers ont également été crédités d'autres avantages tels que la facilité de nettoyage et de désinfection, la réutilisation à long terme (ce qui est également vrai pour les masques en tissu bien construits) (105)

Mais sont-elles efficace portée à elles seules contre la propagation du virus sars cov 2 ?

L'efficacité des masques faciaux à protéger le visage du porteur des éclaboussures éjectées de la bouche et du nez, ont été le centre d'intérêt de plusieurs études scientifiques qui ont prouvés en générale l'efficacité des visières par rapport au les gouttelettes respiratoires relativement grosses, l'effet sur les gouttelettes plus petites de la taille d'un aérosol (diamètre inférieur à environ  $5\ \mu\text{m}$  –  $10\ \mu\text{m}$ ) est nettement différent, car elles agissent comme des traceurs et ont une tendance plus élevée à suivre les schémas d'écoulement de l'air.( Figure 19)

L'une des principales études citées par Perencevich et al. Indique expressément que les écrans faciaux ne servaient pas de protection respiratoire principale pour le porteur dans les essais expérimentaux, car des aérosols en suspension pouvaient circuler autour de la visière et pénétrer dans les voies respiratoires avec une relative facilité. Au fil du temps, ces gouttelettes

## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

---

peuvent se disperser sur une large zone à la fois dans les directions latérale et longitudinale, mais avec une concentration de décroissante. (105)

Sur une durée d'exposition de 1 à 30 minutes, le bouclier n'a été efficace qu'à 23% pour réduire l'inhalation de gouttelettes de 3,4  $\mu\text{m}$  en moyenne. (105)

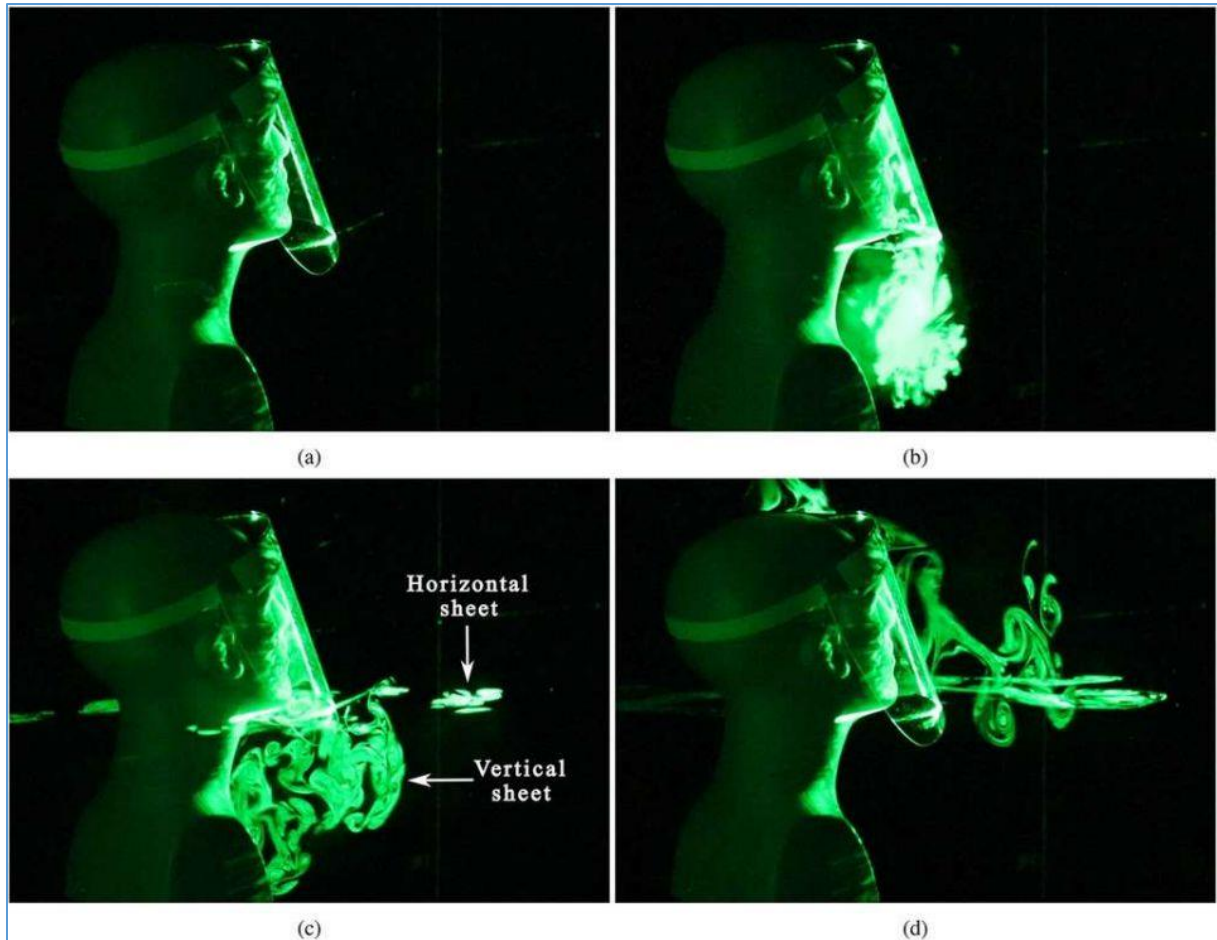
D'autres études ont conclu que le port d'un couvre-visage sur une courte période (15 minutes) fournissait un facteur de protection de 50 fois inférieur lorsque comparé à un appareil de protection respiratoire de type FFP2 et de deux fois inférieur lorsque comparé à un masque chirurgical dans le cadre d'activités relativement peu exigeantes (ex. : la marche) (van der Sande et al., 2008). Une tendance similaire était observée pour une durée d'utilisation de trois heures. (106)

La capacité de filtration des couvre-visage semble bien inférieure à celle des masques de type N95 (Rengasamy et al., 2010; Davies et al., 2013). Notons par ailleurs la forte variabilité du pourcentage de pénétration des particules dans les différents types de tissus utilisés (serviette de bain, coton ouaté, etc.). Ces éléments suggèrent que, dans le meilleur des cas, une protection respiratoire marginale pourrait être obtenue par l'utilisation d'un couvre-visage (Rengasamy et al., 2010). (106)

En conclusion, les visières ne sont pas des équipements de protection respiratoire mais des équipements de protection des yeux et du visage ; Ils n'ont pas l'efficacité des masques de protection respiratoire, s'ils peuvent protéger les porteurs des grosses gouttelettes émises immédiatement après une toux par une personne à proximité et face à l'écran, ils ne permettent pas de protéger des particules restant en suspension. Ils ne protègent pas suffisamment l'environnement du porteur contre les gouttelettes émises par ce dernier.

C'est pour cela qu'ils ne doivent pas être utilisées seules en milieu de soins mais en complément avec la protection respiratoire requise (un masque chirurgical ou de type FFP) ; pour une meilleure protection surtout pour les agents de santé affectés aux services covid 19 et qui sont directement exposés au virus ce qui est d'ailleurs la recommandation des autorités sanitaires.

Il convient alors d'en nettoyer les deux faces régulièrement et d'éviter de porter les mains au niveau du visage sous la visière.



**Figure 19 :** Visualisation de la dispersion des gouttelettes lorsqu'un écran facial est utilisé pour empêcher l'émergence du jet. (a) Avant la toux / l'éternuement ; (b) 0,57 s après le début de la toux ; (c) après 3,83 s et (d) après 16,57 s. Le panache éjecté est éclairé par une feuille laser verticale et horizontale. (105)



### **1-2-4- Les Gants :**

L'usage des gants médicaux est recommandé pour deux raisons principales :

1. Réduire le risque de contamination des mains du personnel soignant par du sang ou d'autres liquides biologiques,
2. Réduire la dissémination des germes dans l'environnement et le risque de transmission des germes du personnel soignant au patient et vice versa, et d'un patient à un autre.

Mais cette utilité est valable à deux conditions importantes :

- Qu'ils soient utilisés de manière appropriée,
- Que l'hygiène des mains soit toujours pratiquée au moment opportun par friction avec un produit hydro-alcoolique ou par lavage au savon et à l'eau.

On distingue selon leur usage principal deux types de gants à usage unique pour les métiers de la santé, soumis à des directives européennes et à des normes différentes :

- les gants médicaux, dont le rôle principal est de protéger le patient contre l'infection (intervention chirurgicale),
- les gants de protection visant à protéger le soignant (contact avec le sang ou des liquides biologiques d'un patient)

Mais en ce qui concernant le virus responsable du covid 19 les études montrent que les porteurs de gants se touchent bien plus souvent le visage, et risquent de plus de contaminer.» Même constat pour les experts de Test-Achats, qui rappellent que dès qu'une surface contaminée par le virus est touchée avec des gants, il n'y a pas plus de différences d'avec les mains. (9) Quand on a des gants, on a potentiellement du virus sur les mains et ensuite on se touche le visage. On contamine son environnement, on contamine les personnes avec qui on a des interactions, et en plus on se touche souvent le visage sous le masque. Donc on se contamine massivement en pensant être protégé.

Porter des gants serait donc peu utile, surtout pour la population générale, l'inverse ils peuvent s'avérer contre indiquée sauf dans des situations très spécifiques (personnels soignants réalisant des prélèvements ou gestes à risque). Car les travailleurs de la santé savent comment les utiliser et les enlever correctement :

### **Pour ôter les gants jetables :**

Il faut faire bien attention à la procédure : saisir le premier gant à hauteur du poignet, le tirer vers l'extérieur bras écarté du corps en le retournant endroit sur envers et le saisir avec l'autre main toujours gantée. Pour le second gant, il faut y glisser ses doigts à hauteur du poignet et le tirer également, bras écarté, en le retournant endroit sur envers autour du premier gant. (9)

Outre les retirer de la bonne façon, il convient aussi de les jeter correctement (puis de se laver les mains). Ce déchet en est effet sensible car vecteur du virus, tout comme les mouchoirs usagés et les masques. En raison de leurs risques infectieux pour le personnel de ramassage des ordures et pour les autres personnes qui pourraient être en contact avec eux (gardien, voisins...), il convient de les placer dans un sac plastique à part bien fermé puis dans la poubelle générale. « Ces derniers temps, il y a eu beaucoup de messages de personnes qui les laissent traîner dans la rue ou dans un parking de supermarché. Ne faites pas cela, sinon ceux qui doivent les nettoyer risquent d'être infectés » (108)

Pour le personnel soignant et pour une protection optimale ;l'usage des gants en toute sécurité nécessite :

- Le respect de la technique d'enfilage des gants, afin de prévenir leur contamination ;
- Le respect de la technique de retrait de gants, afin de prévenir la contamination des mains des personnels soignants (cf. figure intitulée Techniques d'enfilage et de retrait de gants non stériles)
- L'usage inutile et inapproprié des gants représente un gaspillage de ressources et présente un risque accru de transmission de germes.
- Les personnels soignants doivent être formés à l'organisation rationnelle des séquences et des procédures de soins ainsi qu'aux non-touch techniques de façon à limiter le plus possible l'utilisation et le changement de gants.
- Si l'intégrité d'un gant est compromise (perforation, par exemple), celui-ci doit être changé dans les plus brefs délais et l'hygiène des mains pratiquée.
- L'usage de lotions ou crèmes protectrices pour les mains contenant des dérivés du pétrole risque de compromettre l'intégrité des gants en latex. D'autre part, certains produits hydro-alcooliques peuvent interagir avec les résidus de poudre présents sur les mains des personnels soignants. (109)

### **1-3- Les Sur blouses :**

Le port d'une sur blouse permet de protéger les vêtements et les avant-bras du travailleur de la santé pendant qu'il soigne un patient atteint d'une infection telle que la COVID-19.

Les sur blouses peuvent être réutilisables ou jetables. Elles doivent avoir des manches longues, couvrir le corps à l'avant et à l'arrière, du cou aux cuisses, se superposer dans le dos, s'attacher au cou et au dos et être faciles à mettre et à enlever.

#### **1-3 -1- Les Sur blouses Jetables :**

Sont conçues pour être jetées après une seule utilisation et sont généralement faites en matériaux non tissés seuls ou en combinaison avec des matériaux qui offrent une protection accrue contre la pénétration des liquides, tels que les films plastiques, diverses formes de fibres synthétiques (par exemple, polypropylène, polyester, polyéthylène) sont utilisées pour la construction de blouses d'isolation jetables. (112)

Le retraitement des blouses jetables n'est pas pratique en raison de l'impossibilité de les laver, d'éliminer la contamination et de maintenir leur intégrité. (113)

Les attaches et les cordons des blouses jetables se rompent facilement, ce qui les rend moins faciles à laver et à réutiliser que les blouses réutilisables. (113)

#### **1-3 -2- Les sur blouses réutilisables (multi-usage) :**

Sont lavées après chaque utilisation et généralement composées de 100% coton, 100% polyester ou de mélanges polyester-coton. (112) .Elles sont en général traitées chimiquement et peuvent être pressées entre des rouleaux afin d'améliorer leur imperméabilité aux liquides. (113)

Il est important de se rappeler qu'il faut enlever les blouses d'isolement après avoir donné des soins à un patient, puis les déposer dans un contenant approprié en vue du nettoyage entre chaque patient. (113)

La réutilisation et le passage en lingerie des surblouses à usage unique est à proscrire dans l'état actuel des connaissances. Le lavage de surblouse peut affecter la porosité de l'intissé. Nous ne disposons pas de recul suffisant pour affirmer le maintien de l'effet barrière de la surblouse après lavage.

### **Retraitement des blouses réutilisables :**

Les blouses médicales réutilisables (lavables) peuvent être nettoyées après chaque utilisation et réutilisées en toute sécurité.

Les établissements de santé doivent respecter les instructions du fabricant relativement au nettoyage des blouses réutilisables. Cela comprend le nombre de fois que les blouses peuvent être lavées pour maintenir leur performance, sûreté et efficacité. S'il n'y a pas de date sur l'étiquette ou l'emballage de la blouse indiquant la durée de conservation prévue par le fabricant, les installations devraient contacter le fabricant. (113)

Il est conseillé également de nettoyer les blouses en tissu après chaque usage en respectant les recommandations de l'établissement ou du fournisseur. La combinaison de facteurs mécaniques, thermiques et chimiques du processus de nettoyage produit une action antimicrobienne, et il existe différents protocoles. (113)

Des procédures sont établies pour l'inspection et l'entretien réguliers (p. ex., raccommoder un petit trou dans une blouse, changer une attache manquante) et le remplacement des blouses réutilisables le cas échéant (p. ex., lorsqu'elles sont élimées ou déchirées). (113)

Qu'il s'agisse des blouses réutilisables ou jetables, et même si les matériaux imperméables parviennent à réduire le transfert des micro-organismes, on observe souvent que le confort thermique des personnes qui portent ces blouses laisse à désirer. (113)

Selon les recommandations de la SF2H (LA SOCIETE FRANCAISE D'HYGIENE HOSPITALIERE) Pour la prise en charge opérationnelle d'un patient cas suspect, possible ou confirmé d'infection à 2019-nCoV :

❖ La protection de sa tenue professionnelle par une surblouse à usage unique à manches longues ; cette surblouse sera imperméable si réalisation de soins mouillants ou souillants.

Recommandation SF2H Précautions standard, Établissements de santé, Établissements médicosociaux, Soins de ville, JUIN 2017 Les professionnels de santé doivent :

- Porter des tabliers en plastique à usage unique lorsqu'ils sont en contact direct avec un patient, du matériel, des équipements, lors d'un risque de projection ou d'aérosolisation et lors des soins souillants mouillants,
- Jeter les tabliers en plastique après chaque soin ou séquence de soins,

## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

---

- Porter des sur blouses longues imperméables ou un tablier en plastique et une sur blouse à manches longues en cas de risque de projection importante de sang, de produits biologiques, de sécrétions ou d'excrétions. (113)

Pour ce qui est de l'efficacité protectrices des sur blouses, plusieurs études ont comparé différents matériaux (par exemple, réutilisables, jetables) et avec différents utilisateurs et ont produit des résultats mitigés car :

- Une constatation constante est que, bien que les matériaux imperméables soient efficaces pour réduire le transfert de micro-organismes, le confort thermique du porteur est compromis. (113)
- Plusieurs études aussi ont évalué la pénétration du sang, d'autres fluides et des bactéries à travers les sur blouses ; les résultats ont montré que la pénétration se produit dans certains vêtements. (112)

Une sur blouse réutilisable individualisée par professionnel de santé en unité dédiée aux patients Covid-19 confirmés présente les caractéristiques suivantes :

- Avantages potentiels :

- ❖ Couverture des avant-bras et protection de la tenue de travail

- Inconvénients potentiels :

- ❖ Risque de transmission croisée lors du passage de chambre en chambre, ou dans d'autres secteurs de l'unité
- ❖ Risque accru de contamination de l'environnement o Le port de la surblouse à manche longue constitue un frein à l'hygiène des mains.
- ❖ Risque de contamination en blanchisserie. (113)

En conclusion, les surblouses en tissus réutilisables présentent un risque de transmission par le SARS-CoV-2 et les autres microorganismes à la fois pour les professionnels de santé et pour les patients/résidents. (1) les sur blouse jetables sont préconisés.

L'utilisation des sur blouses dans le cadre du covid 19 doit être associée à une observance stricte de l'hygiène des mains lors des phases d'habillage/déshabillage.

Tous les travailleurs de la santé doivent recevoir une formation sur la manière d'enfiler et de retirer l'EPI en toute sécurité, y compris la blouse d'isolement.

### **1-3- Sur chaussures :**

Les surchaussures jetables sont idéales pour éviter la distribution des polluants divers. Pour une protection accrue. Les surchaussures aide à limiter la propagation de nombreux virus et bactéries, responsables de maladies plus ou moins graves.

Une étude (Birgand et al. (2021) a mis en évidence des marqueurs fluorescents indiquant la présence du virus qui étaient retrouvés sur la peau du visage découverte, les cheveux, et **les chaussures** du personnel de santé effectuant les intubations. (115)

Le SARS-CoV2 peut survivre sur une variété de surfaces inertes. Cependant la preuve actuelle de transmission indirecte est faible. (115)

Une autre étude menée dans un hôpital de Wuhan (Chine) montre que le virus peut s'accrocher aux semelles des chaussures, d'autant plus que les gouttelettes contaminées ont tendance à retomber au sol. Les chercheurs indiquent ainsi que les chaussures constituent un vecteur de propagation. Il faut ici encore insister sur le fait que l'étude porte sur un lieu particulièrement contaminé, et que l'on ignore le potentiel infectieux du virus restant sur les chaussures. Dans la mesure où on ne touche pas les semelles avec les mains, il est très peu probable d'être contaminé par ses chaussures. (102)

Ce qui confirme la nécessité de porter des surchaussures pour le personnel soignant en cette période de pandémie, dispositif qui doit faire partie intégrante des équipements de protection individuel.

### **1-4- Combinaisons :**

Les combinaisons (réutilisables ou jetables) assurent une protection complète du corps. Elles s'ouvrent à l'avant et peuvent également couvrir la tête et les pieds. Il est plus compliqué de les enfiler et de les enlever, et leur taille peut poser problème pour certains travailleurs de la santé. De plus, il pourrait être nécessaire de les porter avec un tablier si les vêtements n'offrent pas une protection complète à l'avant. (116)

Durant la pandémie de la covid19 **la combinaison de protection est devenue nécessaire pour tous les soignants qui sont en présence d'un risque de contamination directe, au bloc opératoire, en réanimation ou ailleurs.**

### **Types De Combinaison Selon La Protection :**

Voici les différents types de protection existants dans le domaine des combinaisons de protection :

**1. Type 3** – Protection efficace contre certains produits chimiques liquides sous forme de jet  
- Types de protection EN 14605 + A1 :

- Protection contre les produits chimiques liquides.
- Equipement assurant une protection complète ou partielle de l'utilisateur contre des produits chimiques liquides sous forme de jet (projection violente de produit chimique liquide).

**2. Type 4** – Protection efficace contre les brouillards de produits chimiques liquides - Types de protection EN 14605 + A1 :

- Protection contre les produits chimiques liquides.
- Equipement assurant une protection complète ou partielle de l'utilisateur contre des produits chimiques liquides sous forme d'une pulvérisation.

**3. Type 5** – Protection limitée contre les particules solides transportées dans l'air - Types de protection EN ISO 13982-1 :

- Protection contre les produits chimiques solides sous forme d'un aérosol de particules solides.
- Equipement assurant une protection complète de l'utilisateur contre des produits chimiques solides en forme d'aérosols de faible concentration.

**4. Type 6** – Protection limitée contre les éclaboussures de produits chimiques liquides - Types de protection EN 13034 + A1 :

- Protection limitée de la combinaison jetable contre les produits chimiques liquides.

- Equipement assurant une protection complète ou partielle de l'utilisateur contre des produits chimiques liquides sous forme d'une légère pulvérisation (aérosols liquides, sprays) ou projetés (à faible pression) peu dangereux. (117)

### **Le rôle protecteur des combinaisons est assuré en fonction de deux critères principaux :**

#### **• Protection fonction du matériau**

- Non-tissés en polypropylène, polyéthylène, polymères ...
- Non-tissés ou tissus laminés avec film imperméable à l'eau
- Non-tissés ou tissés enduits – Films plastiques (PVC ...)

#### **• Protection fonction qualité assemblage**

- Coutures thermo soudées
- Bandes adhésives
- Rabat adhésif sur fermeture glissière
- Qualité jonction combi et parties du corps couvertes par autres EPI
- Serrage élastique capuche, chevilles, poignets (118)

#### **• Vérification de la qualité de la combinaison est selon la NORME EN 14126**

- Il faut vérifier éléments suivants :
- La classe de performance des vêtements dont les éléments de liaison sont étanches : tests réalisés après port du vêtement par sujet humain en condition définie.
- Résistance aux liquides sous forte pression : **type 3**
- Résistance aux pulvérisations : **type 4**
- Suffixe « **B** » indique agents infectieux « **biologique** »
  - La résistance du matériau :
  - Pénétration des agents infectieux.
  - Résistance mécanique. (118)

- Pour le choix de la combinaison a utilisé comme mesure barrière contre le Sars-Cov-2 :

Dans le contexte de la pandémie du corona virus, les types de combinaisons utilisées pour assurer une protection adéquate du porteur, surtout le personnel soignant directement exposée au malades covid 19 sont :



- **Type 3B** : assure la protection contre les liquides
- **Type 4B** : assure la protection contre les aérosols liquides en plus elle est souple et respirante. (114) (voir figure 20 et 21)



**Figure 20** : combinaison de type 3B (119)



**Figure 21** : combinaison de type 4B (120)

### **Risque de contamination suite au retrait de la combinaison :**

Lors du retrait de la combinaison, le risque de contact de la partie extérieure des manches de la combinaison avec la tenue de dessous, notamment au passage des épaules augmente le risque de passage de l'agent pathogène donc risque de contamination.

C'est Pour cela qu'il est recommandé de ne pas croiser les bras vers l'avant une fois la combinaison ouverte. (117)

### **IV/ 2- Les Produits Désinfectants Qui Ont Prouvés Leurs Efficacités Sue Le Virus SARS COV2 :**

Sur la base de travaux réalisés sur des souches proches du nouveau coronavirus (SARS-CoV et MERS-CoV), il est fortement suggéré que le virus responsable du COVID-19 peut être inactivé par la chaleur (56°C, 30 mn), le rayonnement UV et certains désinfectants : alcool, javel, peroxyde d'hydrogène. Il n'est pas inactivé par la chlorhexidine . Ces éléments ont servi de base pour les méthodes de décontamination mises en place. (121)

#### **2-1- Désinfectants des mains :**

Le lavage des mains est un geste très important dans les procédures d'hygiène. Il s'agit d'un acte qui demande un savoir-faire afin d'éliminer correctement les résidus de virus qui peuvent exister. Il doit couvrir soigneusement toutes les parties de la main (paumes, dos, doigts, ongles, poignets, etc.), et il doit durer suffisamment longtemps (au moins 30 secondes, voire 1 minute, selon le protocole).

La désinfection des mains doit se faire avec du savon en premier lieu, et la solution hydro alcoolique comme mesure supplémentaire ou alternative.

##### **2-1-1- Le savon :**

Le savon est obtenu à partir d'un mélange d'acide gras et d'une base forte qui sera l'hydroxyde de sodium ou du potassium. (122)

Les principes actifs du savon sont des tensioactifs, ces molécules sont composées d'une partie qui aime l'eau et d'une autre qui aime les corps gras, on les qualifie d'amphiphiles. (124)

Un virus n'est pas un organisme autonome : il a besoin d'une cellule hôte pour se reproduire. Les protéines S (pour Spike en anglais signifiant pointe), présents au niveau de l'enveloppe virale des coronavirus, se fixent à certains récepteurs cellulaires (124). Le virus est ensuite internalisé et synthétisé à l'intérieure de la cellule hôte avec son propre matériel c'est pour cela que les virus enveloppés empruntent un morceau de membrane aux cellules infectées, celle-ci est aussi constituée de phospholipides, amphiphiles, en plus d'autres protéines virales, notamment celles nécessaires à l'infection (protéine S). Le coronavirus, mais aussi les virus de

## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

---

la grippe, le VIH, et d'autres encore, possèdent une enveloppe lipidique. Il existe aussi des virus sans enveloppe appelés virus nus. (122)

La partie hydrophobe des tensioactifs contenus dans le savon s'accroche à la membrane du virus et, au moment du rinçage, la partie hydrophile est attirée par les molécules d'eau. La résultante des forces exercées sur le virus entraîne la rupture de sa membrane grasse (**voir figure 22**), décomposant l'enveloppe, puis la molécule d'ARN. Le virus devient inactif car un virus enveloppé sans enveloppe lipidique fonctionnelle n'est plus infectieux et se décroche de la peau grâce à l'action des tensioactifs, du frottement des mains et du débit d'eau. (124) (**voir figure 22**)

Le savon permet aussi de briser les liaisons chimiques non-covalentes (liaisons hydrophobes et liaisons hydrogènes) qui permettent aux micro-organismes de rester accrocher aux surfaces. (122)

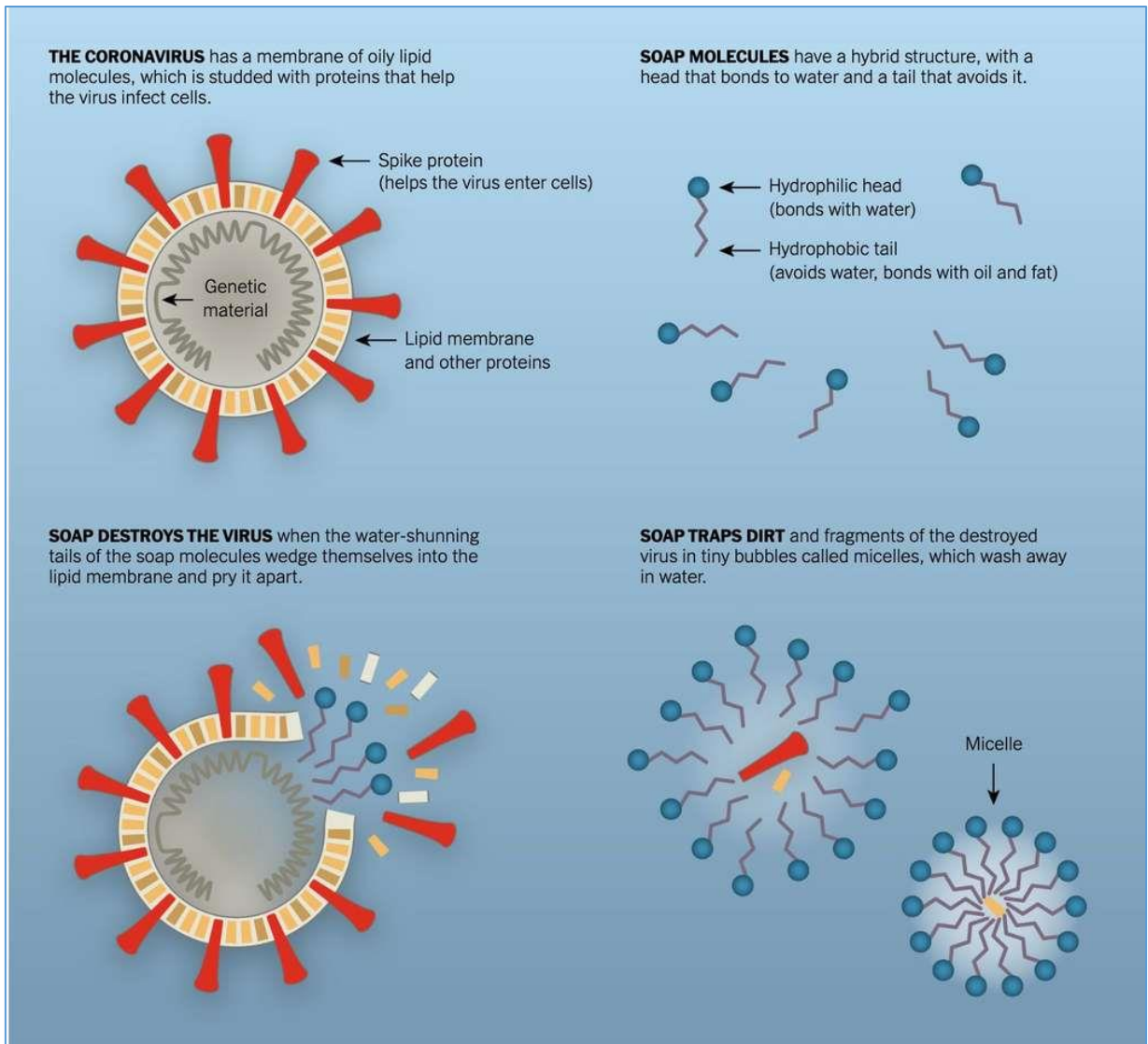


Figure 22 : mécanisme d'efficacité du savon sur le virus sars cov 2

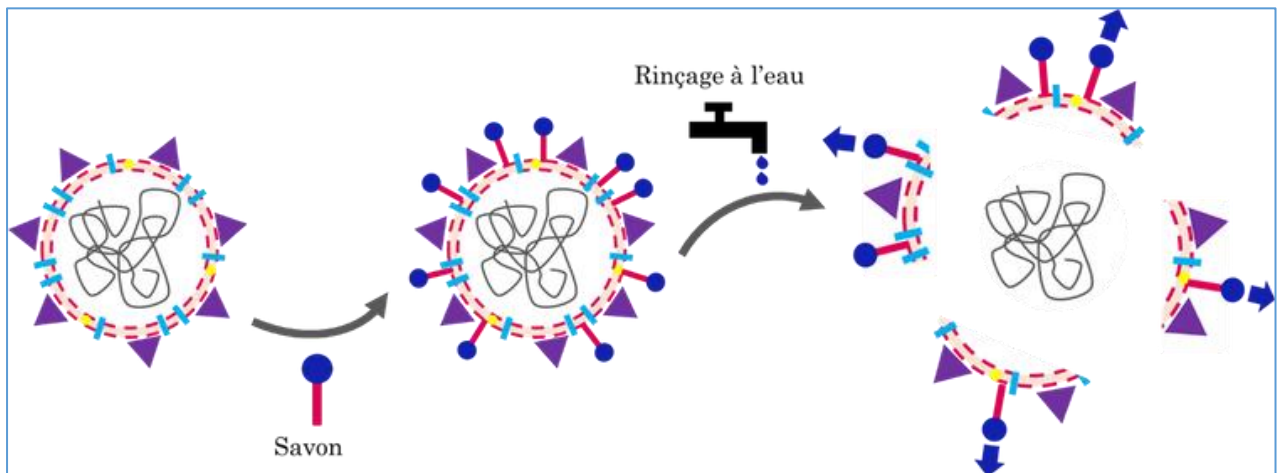


Figure 23 : dénaturation de l'enveloppe lipidique du virus.

Pour optimiser l'efficacité du savon sur le virus, un lavage des mains pendant au moins 20 secondes est fortement recommandé selon l'OMS.

Le savon d'Alpe (ou savon de Marseille) est un excellent produit de nettoyage et de désinfection, non coûteux et non allergisant, il peut être utilisé aussi pour nettoyer les plaies simples. (110)

### **2-1-2- Solution Hydro-Alcoolique :**

Les produits hydro-alcooliques sont actuellement les seuls produits disponibles pour l'inactivation rapide et efficace d'un large éventail de micro-organismes qui peuvent être présents sur les mains. (125)

Sur la base des données disponibles en matière d'efficacité, de tolérance, et de rentabilité, l'OMS recommande l'utilisation d'un produit hydro-alcoolique pour l'antisepsie des mains de routine dans la plupart des situations cliniques. (125)

Fabriquée à partir de l'**Alcool** (Éthanol) 62-71% OU l'**Isopropanol** 70%, l'**eau oxygénée** (peroxyde d'hydrogène) et un émollient (**Glycérine**). (123)

Très pratique pour la désinfection des mains et efficacité prouvée contre les virus. Ne dispense pas du lavage préalable avec l'eau et le savon. (123)

- L'utilisation chez le nourrisson est déconseillée à cause de la toxicité dermique et systémique.
- L'alcool 90% assèche la couche superficielle de la peau et provoque des lésions d'irritation.
- L'ingestion du SHA est toxique surtout lorsqu'il contient du **Méthanol** (attention pour les enfants).

### **2-1-3- Eau Oxygénée Ou Peroxyde D'hydrogène :**

Le **peroxyde d'hydrogène** connu par le nom d'**eau oxygénée** (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) est un antiseptique largement utilisée depuis la pandémie de COVID-19. Ses propriétés doivent être connues et son utilisation doit être mesurée.

- C'est un liquide incolore, soluble dans l'eau, bactéricide (Gram +, Gram-), actif sur certains virus comme les coronavirus, non actif sur les spores et les mycoses.

## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

---

- Très inflammable et explosif à concentration élevée et à l'exposition à la chaleur. Classé parmi les produits oxydants, utilisés par les terroristes dans la fabrication des explosifs.
- Son stockage se fait dans des récipients fermés, à l'abri de la chaleur et de la lumière solaire.

### ❖ Utilisation en médecine :

- Seulement à la concentration de 10 volumes (3g/100ml).
- Désinfection des plaies cutanées peu profondes.
- Anti hémorragique, arrête le saignement capillaire [élimine aussi les taches de sang sur les vêtements].
- Entre dans la composition du Solution Hydro-Alcoolique SHA.

### ❖ Désinfection des surfaces :

- Concentration 20 ou 30 volumes.
- Pour nettoyer les surfaces directement ou en pulvérisation.
- Pour éliminer les algues des piscines.

### ❖ Effets indésirables :

- Irritation de la peau, des muqueuses et des yeux.
- Dépigmentation de la peau et des cheveux.
- L'inhalation provoque une dyspnée.
- Par voie orale, et lorsqu'il est concentré, il provoque des lésions semblables aux caustiques.
- Corrosion de certains métaux, dénature la peinture des voitures.
- Ne pas mélanger avec la javel.

### **2-1-4- Polyvidone-Iodine (Bétadine®), Hypochlorite De Sodium (Dakin®**

### **Ou Amuchina®), Isobetadine :**

- Sont actifs sur les bactéries et les virus, utilisés pour les plaies essentiellement.
- Utilisées en savon pour les mains, ces produits peuvent apporter une activité virucide supplémentaire. La povidone iodée possède un large spectre antibactérien et antiviral. Son activité in vitro contre le Sars-Cov-2 a récemment été démontrée. Il ne faut cependant pas oublier qu'une hypersensibilité n'est pas exclue.

### **2-1-5- Chlorure De Benzalkonium (Biseptine®, Mercryl®, Humax®, Dermobacter®) :**

Actif sur les bactéries mais les données scientifiques disponibles ne nous permettent pas de confirmer avec certitude son activité contre les coronavirus. Il semble en tout cas moins efficace que d'autres agents. (127)

### **2-1-6- Solutions Chlores :**

En cas de nécessité et d'indisponibilité des produits à base d'alcool, une solution aqueuse chlorée peut être utilisée pour la désinfection des mains. L'OMS précise que cela doit être considéré comme une alternative temporaire en situation d'urgence et que l'utilisation de produits à base d'alcool ou le lavage à l'eau et au savon doit être privilégiée. La concentration en chlore classiquement utilisée pour la désinfection des mains est de 0,05 % (500 ppm). (114)

### **2-2- Désinfectants des surfaces :**

Sachant que le SARS-CoV-2 peut persister pendant plusieurs jours sur certaines surfaces, une bonne hygiène de l'environnement est aussi importante qu'une bonne hygiène des mains pour prévenir l'infection.

Pour ce faire, les sources scientifiques recommandent un nettoyage à l'eau et au détergent classique suivi d'une désinfection au moyen d'un agent efficace contre les coronavirus (il y a peu de données spécifiques au SARS-CoV-2). (127)

#### **2-2-1- Eau De Javel (hypochlorite de sodium) :**

Désinfectant universel très efficace sur tous les micro-organismes. À diluer 0,25 litre à 2,6% dans 1 litre d'eau froide. Elle peut provoquer une irritation de la peau, des yeux et des voies respiratoires.

#### **2-2-2- Peroxyde D'hydrogène (eau oxygénée) :**

Le peroxyde d'hydrogène dilué peut aider à détruire les virus, bactéries et champignons envahissants. Nous pouvant utiliser le peroxyde d'hydrogène comme agent de nettoyage oral pour détruire le virus, au cours d'une étude scientifique à l'hôpital du district de Shai Osudoku à Dodowa, aucun membre qui se protègent uniquement avec des masques faciaux lorsqu'ils



s'occupent de patients atteints de COVID-19, qui ont utilisé du peroxyde d'hydrogène, n'a présenté de symptômes évocateurs de la maladie.

Aucun des sept membres du personnel, munis de vêtements de protection minimale, qui ont soigné un patient COVID-19 et qui ont utilisé du bain de bouche au peroxyde d'hydrogène, n'a contracté la maladie. Auparavant, 27 autres membres du personnel de ce même hôpital, avaient contracté la maladie en s'occupant de patients COVID-19. (128)

### **2-2-3- Ozone (ou Trioxygène O3) :**



**Figure 24** : Générateur d'ozone

Généré avec des appareils spéciaux (voir figure 24) est un gaz incolore, à odeur caractéristique, très efficace pour la désinfection des locaux, cabinets médicaux, chambres des malades et ambulances.

Effet corrosif pour les métaux et très toxique pour les voies respiratoires, les yeux et les reins. Il faut respecter la notice d'emploi, interdire l'accès aux locaux pendant l'utilisation et bien aérer les locaux après.

### **2-2-4- DETTOL (chloroxylelol) :**

Savon pour les mains et liquide pour les surfaces, désinfectant efficace mais risque de toxicité oculaire et par ingestion.

### **2-2-5- ISOPROPANOL (ou alcool isopropylique) :**

Très toxique par inhalation ou ingestion. Utilisé généralement en association dans la solution hydro-alcoolique ou comme est une alternative à l'alcool éthylique avec lequel il est parfois associé (129), ou dans le Dettol.

### **2-2-6- BENZALKONIUM Chloride :**

Associé souvent avec autres produits, c'est un bactéricide mais efficacité non démontrée sur les coronavirus lorsqu'il est utilisé seul. (123)

En effet les données scientifiques disponibles ne nous permettent pas de confirmer avec certitude son activité contre les coronavirus. Il semble en tout cas moins efficace que d'autres agents.

On trouve cependant des désinfectants pour surface ne contenant que du chlorure de benzalkonium dans des listes officielles étrangères de biocides destinés à être utilisés contre la COVID-19. C'est le cas au Canada et à Singapour. (123)

### **2-2-7- LA CHLORHEXIDINE :**

N'est pas suffisamment efficace contre le coronavirus. Car Nous ne disposons pas d'informations scientifiques confirmant leur efficacité contre les coronavirus (127)

### **2-2-8- ACIDE PERACETIQUE :**

L'acide peracétique est le résultat d'une réaction chimique entre du peroxyde d'hydrogène et de l'acide acétique (celui du vinaigre). C'est un excellent virucide, efficace contre le coronavirus Sars-Cov. Il est particulièrement utilisé dans le domaine agro-alimentaire. Il remplace depuis quelques années le glutaraldéhyde, abandonné en raison de ses effets fortement irritants pour la peau et les muqueuses. (129)

Il se décompose en molécules naturelles non nocives : acide acétique, eau et oxygène. Il laisse donc une odeur de vinaigre. (129)

L'acide peracétique satisfait aux exigences de la norme EN-13697 comme fongicide et levuricide à 1875 ppm et 1200 ppm. D'un autre côté, plusieurs études ont prouvé que son action biocide, suite à son grand pouvoir oxydant qui agit sur des protéines et sur le matériel génétique

(ADN/ARN), le transforme en un agent très efficace contre des virus à une concentration d'entre 400 et 1500 ppm. (130).

### **2-2-9- Stérilisation par ultraviolets :**

La stérilisation par ultraviolets est utilisée depuis des dizaines d'années dans le milieu médical pour le contrôle des maladies respiratoires comme la tuberculose et dans d'autres contextes à risque<sup>16, 17</sup>.

Pendant la pandémie de COVID-19, cette technique a été proposée pour limiter la transmission du SRAS-CoV-2 dans les lieux intérieurs<sup>18-20</sup>. Les rayons ultraviolets sont classés en trois catégories selon leur longueur d'onde : UVA (320-400 nm), UVB (280-320 nm) et UVC (100-280 nm)<sup>17</sup>. La lumière du soleil produit des rayons UVA et UVB, tandis que les rayons UVC sont produits par des lampes au mercure ou au xénon de basse pression pour des usages précis. Seuls les rayons de 200 à 320 nm (rayons UVB et UVC) permettent la stérilisation.

Bien que les rayons UVB produits par le soleil puissent avoir un effet désinfectant à un indice UV élevé et pour une exposition prolongée<sup>21</sup>, les rayons UVC d'environ 254 nm sont beaucoup plus efficaces. En effet, les ondes plus courtes offrent une plus grande intensité<sup>17, 22</sup>. L'effet désinfectant des rayons UVC endommage le matériel cellulaire des bactéries et des virus, y compris leur ADN ou leur ARN. (131)

Ces dommages empêchent la reproduction des pathogènes ; ils ne sont alors plus infectieux<sup>23</sup>. Les rayons UVC peuvent aussi causer des dommages à la peau et aux yeux humains, et des précautions doivent être mises en place pour prévenir l'exposition à des niveaux dangereux.

La littérature sur les effets de la stérilisation par ultraviolets indique qu'il peut s'agir d'un moyen efficace d'éliminer les coronavirus, leur structure (virus à ARN simple brin enveloppé) étant plus sensible aux rayons UVC que celle de certains autres virus, comme les virus à ARN double brin et les virus non enveloppés. (131)

Cette technologie se révèle efficace contre d'autres virus à ARN simple brin enveloppés, notamment le SRAS-CoV (SRAS) et le CoV-SRMO (SRMO) aux niveaux d'exposition utilisés par les systèmes de désinfection existants ; il existe toutefois peu de données probantes pour le SRAS-CoV-2. Les données préliminaires d'une étude sur la désinfection

des surfaces et de l'équipement de protection individuelle (EPI) suggèrent que le SRAS-CoV-2 pourrait être inactivé rapidement par une exposition aux rayons UVC, mais peu d'études portent sur les doses optimales de rayonnement dans différents contextes et à différentes fins. (131).

Néanmoins, lors d'une exposition prolongée, les rayons UVC peuvent pénétrer dans les couches externes de la peau et des yeux de l'humain, endommager les cellules, et entraîner d'autres risques pour la santé. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) précise que les lampes UV ne devraient pas être utilisées sur les mains ou sur la peau comme méthode de désinfection (131)

### **2-2-10- Systèmes de désinfection par brumisation :**

Les technologies de brumisation qui dispersent de fines particules d'assainissant ou de désinfectant liquide pour décontaminer une pièce complète sont utilisées dans les industries pharmaceutique, et plus récemment en milieu hospitalier.

Les particules de désinfectants vaporisées sont plus fines et peuvent demeurer dans l'air plus longtemps que les aérosols micro condensés, ils permettent donc la désinfection de l'air et des surfaces.

Seuls les techniciens ou le personnel formé doivent utiliser les appareils de brumisation. Les fuites de vapeur peuvent causer une exposition accidentelle et des réactions négatives aux personnes à proximité

Il n'y a actuellement aucun article publié sur l'efficacité des technologies de brumisation contre le SRASCoV-2, et peu d'études sur son efficacité contre les autres virus humains. Comme le SRAS-CoV-2 est un virus enveloppé, il est plus facile à inactiver que d'autres classes de virus comme les norovirus humains. La couche de lipides entourant le matériel génétique viral peut être endommagée par de nombreux agents nettoyants et désinfectants à une concentration et un temps de contact suffisants.

Comme le processus de vaporisation peut changer les propriétés de certains désinfectants liquides, seuls les produits compatibles devraient être utilisés dans les appareils de brumisation. Les instructions du fabricant doivent être suivies pour les désinfectants approuvés pour utilisation contre le SRAS-CoV-2. (131)

### **IV/3- Le personnels soignants face aux épidémies, risques et challenges :**

De nombreuses épidémies ont chamboulé l'histoire de l'Homme mais aussi son système de santé. Ces crises sanitaires ont eu des répercussions sur les conditions de travail et la santé psychologique des professionnels engagés.

En effet les épidémies ont tendance à rendre les professionnels de santé malades au sens propre comme au figuré. Et pour cause, leurs nerfs sont mis à rude épreuve. Déjà avant la pandémie que nous vivons actuellement, les professionnels ont dû faire face à celle du SRAS en 2003, de la grippe H1N1 en 2009 ou encore de l'émergence du virus Ebola en 2014. Chacune de ces épidémies a soulevé des problèmes similaires pour les systèmes de santé. Augmentation de la charge de travail, du besoin de protection, crainte de se voir soi-même ou ses proches infectés... ce type de crise n'est pas sans conséquence psychologique pour le personnel soignant ! Mais il est bon de tirer des leçons des épisodes précédents pour chercher des pistes pour améliorer les conditions d'exercice des professionnels de santé quand ils sont confrontés à ces situations difficiles. (132)

La vulnérabilité des travailleurs de la santé à la contamination et à la propagation des agents infectieux a reçu une attention mondiale particulière en raison des récentes flambées de maladies hautement contagieuses et mortelles car avec les patients, les infirmières et leurs assistants constituent la première cible à risque face aux flambées épidémiques

Parlant de la contamination des soignants, les moments critiques de risque de contamination sont notamment la phase d'accueil et de premiers soins aux patients non détectés (phase pré-épidémique). Ainsi, le non-respect des mesures d'hygiène et de protection de base telles que le lavage régulier des mains, du port de gants et de bavettes ainsi que de l'usage unique de certains matériels à tout patient entrant pourrait être source de propagation du virus.

Certains réflexes tels que : se ronger les ongles, se toucher le visage, se frotter les yeux, se gratter la peau, grignoter ou manger en zone même de faible risque sont des gestes risqués, mais parfois automatiques que l'infirmière en contexte infectieux devrait savoir. (132)

Un épisode difficile par laquelle passe le monde depuis le début de l'année en cours. La pandémie de la maladie à coronavirus (COVID-19) s'est répandue rapidement sur la planète à partir de janvier 2020, confinant des populations entières, emplissant les hôpitaux débordés par des arrivées massives de patients présentant des formes graves de la maladie, et se traduisant par une augmentation dramatique de la mortalité au sein même des services de soins. Les enjeux

indirects d'une telle pandémie sur le plan de la santé mentale sont au moins de deux ordres : l'impact psychologique potentiel du confinement sur la population générale et l'impact sur les soignants.

Les services de santé sont mis à rude épreuve par la pandémie, certains soignants sont en première ligne, d'autres font face à la réorganisation du système de santé que rend nécessaire une telle pandémie. Les soignants en première ligne ont été comparés à des « combattants sur le front ». Ils ont donné l'alerte et certains sont décédés de la maladie, Citons notamment le cas de Li Wenliang, premier médecin à avoir lancé l'alerte au sujet de la crise sanitaire émergente fin 2019, qui a pourtant été réduit au silence et sanctionné par les autorités chinoises.

Le personnel soignant de première ligne fait face à de nombreuses difficultés, comme l'exposition directe aux patients ayant une charge virale haute, l'exposition au risque de contamination, l'épuisement physique, la réorganisation des espaces de travail, l'adaptation à des organisations rigides de travail, la gestion de la pénurie de matériels, le nombre inhabituellement élevé de décès parmi les patients, des collègues ou des proches, des questions éthiques relatives à la prise de décision dans un système de soins en tension. Au-delà du confinement et du pic de l'épidémie, notre système de santé devrait faire face à de nouveaux défis comme l'augmentation de la prévalence des troubles mentaux, tout particulièrement au sein des populations les plus exposées, à savoir le personnel soignant.

En effet, les soignants sont confrontés à une importante somme de travail et d'informations à gérer : afflux massif de patients et consignes organisationnelles en évolution continue sollicitant fortement les capacités cognitives (mémoire de travail et flexibilité). Les prises de décision sont répétées, rapides, difficiles, entraînant une forte tension psychique et un possible épuisement cognitif. De surcroît, ces efforts ne sont pas récompensés par des succès thérapeutiques, le nombre de décès étant inhabituellement élevé. Le décompte régulier de la mortalité vient matérialiser cette réalité, ce qui renforce le sentiment d'inefficacité personnelle et de la fonction même de soignant dans son idéal de réduire le soin aux seuls objectifs de guérison de la maladie aiguë.

De plus, l'accompagnement des familles est rendu impossible dans le contexte de confinement. Interdire la visite ou la présentation du défunt viennent alourdir la charge émotionnelle, en particulier le sentiment de culpabilité. Habituellement, cette charge professionnelle, cognitive et émotionnelle, est équilibrée par la vie personnelle, mais laquelle

est aussi mise à rude épreuve avec le confinement, l'inquiétude pour les proches, la réduction des loisirs et des temps de repos.

Être parent avec la crainte de contaminer ses enfants, et la stigmatisation familiale soulignant l'impossibilité pour ces soignants de s'occuper de leurs enfants s'ils venaient à contracter l'infection.

L'isolement social généré par l'évitement des interactions demandées aux soignants dont les seules activités étaient alors tournées vers le travail et l'environnement hospitalier. (133)

Les professionnels de la santé sont en première ligne face à cette épidémie, et continuent de fournir des services malgré les risques personnels pour eux et leurs familles. Ces hommes et ces femmes risquent notamment de contracter la COVID-19 pendant qu'ils travaillent, de ne pas compter leurs heures, et de souffrir d'épuisement et de troubles psychologiques. Les effets de l'épidémie sur les professionnels de la santé sont en cours d'évaluation mais, on sait déjà que des milliers de professionnelles à travers le monde ont été contaminées par le virus et un nombre assez important parmi eux ont hélas perdu leurs vies. et après plusieurs mois de pandémie, ils continuent de mourir à des taux terrifiants. (134)

Si l'on en croit les résultats d'une récente étude publiée par des chercheurs britanniques et écossais dans le *British Medical Journal*. des centaines de milliers de soignants et de personnes vivant avec des soignants, suggèrent que le risque de contracter la Covid-19 et d'être hospitalisé à cause de la maladie est deux à trois fois supérieur au risque de la population générale. Les soignants et leurs proches représentent 17,2 % (soit un patient sur six) des personnes hospitalisées. Fort heureusement, le risque absolu reste faible (passant de 0,06 % à 0,3 %), notamment car les facteurs de risques majeurs et prépondérants restent l'âge et les comorbidités, et les données des scientifiques ne concernent que la population active.

les soignants s'exposant aux risques les plus élevés sont ceux qui accueillent les patients à l'hôpital, suivi par ceux qui posent des dispositifs médicaux qui génèrent des aérosols et enfin ceux qui travaillent en soins intensifs.

Il est nécessaire de protéger les soignants et leur famille en plus de réduire le taux de reproduction du virus afin de maintenir un système de santé fonctionnel. Nos résultats devraient éclairer les décisions concernant l'organisation des services de santé, l'utilisation des équipements de protection individuelle et le redéploiement du personnel soignant.

## CHAPITRE IV : HYGIENE ET COVID

---

Une coopération globale est nécessaire pour s'assurer que les professionnels de santé disposent des équipements de protection adéquats, afin qu'ils puissent poursuivre leur tâche vitale sans y risquer leurs propres vies. (135)



---

## **Conclusion :**

La transmission d'agents infectieux en milieu de soins nécessite trois éléments : une source d'agents infectieux, un hôte sensible avec un portail d'entrée réceptif à l'agent et un mode de transmission pour l'agent.

L'hygiène hospitalière est l'affaire de tous, elle concerne le personnel médical, paramédical, administratif, les malades et les visiteurs. Son but est de minimiser les risques infectieux, c'est-à-dire la transmission et la prolifération des germes.

Dans le contexte actuel de la pandémie covid 19 ; une situation qui a mis en difficulté la plupart des systèmes de santé au niveau mondiale l'importance d'une bonne observance de l'hygiène des mains et des surfaces c'est avéré efficace pour freiner la propagation du virus et la contamination du personnel soignants directement exposés.

Comme le SARS-CoV-2 peut survivre de 3h à 6 jours sur des surfaces inertes sèches ou en contexte aqueux, une bonne utilisation de l'EPI est cruciale pour empêcher le transfert par contact des infections aux patients, aux visiteurs et aux autres travailleurs de la santé. L'EPI peut être contaminé pendant les activités de soins aux patients par des micro-organismes propagés par contact, des gouttelettes ou des aérosols provenant des fluides corporels des patients.

En effet notre étude nous a permis de déduire que les équipements de protection (masque, gants, combinaison ...), s'ils sont mis à disposition et accompagnés de recommandations adaptées à la situation, permettent de limiter le risque de propagation de la pandémie.

Mais leur efficacité peut être compromise sans le lavage correcte des mains ou à défaut leurs désinfection, grâce à du gel hydro alcoolique, qui fait également partie intégrante des procédures à respecter, en cas de contact direct (avec un malade ou des sécrétions biologiques) ou indirect (par l'intermédiaire d'objets contaminés) afin d'éviter la transmission de l'agents infectieux. et peuvent contaminer les équipements de protection ce qui peut causer la contamination à la fois de la personne concerné et son entourage directe.

La formation du personnel soignant et son initiation au bonne pratiques de l'hygiène hospitalière et les recommandations mondiale concernant le choix des équipements de protection et les bonnes pratiques lors de l'enfilage et l'enlèvement de chaque dispositif doit constituer une priorité au siens de nos hopitaux.

---

## **Résumé :**

Depuis la découverte du microbe ; le rôle de l'hygiène hospitalière est devenu cruciale au sein des établissements de santé et les différents milieux de soins.

Durant l'année 2020, le système de santé mondiale a été mis à rude épreuve ou la lutte contre la propagation du virus SARS COV 2 était aussi nécessaire que l'approche thérapeutique.

Afin d'évaluer l'efficacité des mesures barrières et les différents moyens de protections contre le covid 19 ; nous avons consulté plusieurs études qui ont été menés sur les coronavirus.

Nous avons constaté que le respect des mesures de protection personnels (port des masques, tenu de protection...etc), et l'observance d'une bonne hygiène notamment le lavage des mains constituent la première ligne de défense contre la diffusion de la maladie.

D'où la nécessité de former les personnels soignants aux bonnes pratiques pour une protection optimale.

## **Abstract :**

Since the discovery of microbes; the role of hospital hygiene has become crucial within healthcare facilities and different healthcare settings.

During 2020, the global health system was put to the test where the fight against the spread of the SARS COV 2 virus was as necessary as the therapeutic approach.

In order to assess the effectiveness of barrier measures and the various means of protection against covid 19; we have consulted several studies that have been carried out on coronaviruses.

We have found that compliance with personal protection measures (wearing masks, protective clothing...etc.), and observing good hygiene, particularly hand washing, constitute the first line of defense against the spread of the disease.

Also the need to train medical staff on good practices for an optimal protection.

### Références bibliographiques

- (1) Kakupa, D. K., Muenze, P. K., Byl, B., & Dramaix, M. (2016). Etude de la prévalence des infections nosocomiales et des facteurs associés dans les deux hopitaux universitaires de Lubumbashi, République Démocratique du Congo: cas des Cliniques Universitaires de Lubumbashi et l'Hôpital Janson Sendwe. *Pan African Medical Journal*, 24.
- (2) Maamri, H., Ben Ayed, H., Ben Hamida, M., Ben Jmaa, M., Trigui, M., Ketata, N., ... Damak, J. (2020). Évaluation des pratiques d'hygiène et de prévention du COVID-19 en milieu hospitalier. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 50(6), S103–S104. doi:10.1016/j.medmal.2020.06.211.
- (3) G. Ninot, « Définir la notion de santé », *Blog en santé*, sept. 01, 2013. <http://blogensante.fr/2013/09/01/definir-la-notion-de-sante/> (consulté le déc. 31, 2020).
- (4) comité de rédaction, « LE\_RECOURS\_A\_L\_HOPITAL\_EN\_EUROPE », p. 117, 2009.
- (5) « Hygiène: La définition de l'hygiène est enfin connue », *ONG Atrenviro*, sept. 13, 2016. <https://atrenviro.pro/publications/articles/definition-de-l-hygiene-enfin-con nue/> (consulté le déc. 30, 2020).
- (6) Maiga Boukassim, « Pratiques d'hygiène hospitalière dans les structures sanitaires : Hôpital Gabriel Touré, Hôpital Régional de Sikasso, CNOS, Centre de Santé Référence de la Commune IV de Bamako ». 2003 2002.
- (7) « Cours ». [http://campus.cerimes.fr/maieutique/UE-sante-publique/hygiene\\_hospitaliere/site/html/1.html](http://campus.cerimes.fr/maieutique/UE-sante-publique/hygiene_hospitaliere/site/html/1.html) (consulté le janv. 23, 2021).
- (8) S. Marc, « EXPERIENCES ET PERCEPTIONS DES INFIRMIERS DE L'HOPITAL DE DISTRICT DE ZINIARE », p. 116.
- (9) « Maladies contagieuses : symptômes, traitement, définition ». <https://www.docteurclic.com/maladie/maladies-contagieuses.aspx#D%C3%A9finition> (consulté le mars 19, 2021).
- (10) « Hygiène Hospitalière ». <https://www.ch-sambre-avesnois.fr/hygiene-hospitaliere.html> (consulté le janv. 02, 2021).
- (11) A. Gilles et al. « GROUPE DE LA SOCIETE FRANÇAISE D'HYGIENE HOSPITALIERE (SFHH) », p. 140.
- (12) « Pandémie : définition, différence avec une épidémie ». <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-maladies/2619795-pandemie-coronavirus-covid-19-definition-signification-difference-epidemie-exemple-monde/> (consulté le mars 21, 2021).

## REFERENCES

---

- (13) « Comité de Lutte contre les Infections Nosocomiales (CLIN) - CHU de Caen ». [https://www.chu-caen.fr/instances.php?onglet=role&id\\_instance=8](https://www.chu-caen.fr/instances.php?onglet=role&id_instance=8) (consulté le janv. 02, 2021).
- (14) La Deinfection Des Surfaces Des Locaux, Clin Paris-Nord Page 5.
- (15) Hygiene Hospitaliere Et Lutte Contre Les Infections Lies Au Soins ; Volume I : Hygiène Hospitalière (Concepts, Domaines Et Méthodes)2008
- (16) Etudiant Aide-Soignant Forum Gratuit.Org
- (17) Ignace\_Philippe\_Semmelweis. Wikipedia.Org  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Ignace\\_Philippe\\_Semmelweis#D%C3%A9couverte\\_De\\_L'importance\\_De\\_L'hygi%C3%A8ne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ignace_Philippe_Semmelweis#D%C3%A9couverte_De_L'importance_De_L'hygi%C3%A8ne)
- (18) comité de rédaction, « Guide pour le choix des désinfectants Produits de désinfection chimique pour les dispositifs médicaux, les sols et les surfaces », Revue officielle de la société française d'hygiène., vol. VOLUME XXVI, 01 vol., 2015, p. 92.
- (19) COMIT DE REDACTION, *Hygiène des mains et soins : du choix du produit à son utilisation et à sa promotion*, Revue officielle de la société française d'hygiène., vol. VOLUME XXVI, 01 vol. 2018.
- (20) L. Bengaly, « Implantation et évaluation d'un programme de promotion d'hygiène des mains dans un hôpital national du Mali », doi: 10.13097/ARCHIVE-OUVERTE/UNIGE:17468.
- (21) COMIT DE RDACTION, *Hygiène des mains et soins : du choix du produit à son utilisation et à sa promotion*, Revue officielle de la société française d'hygiène., vol. VOLUME XXVI, 01 vol. 2018.
- (22) Doctissimo, « Quels sont les moyens de prévention contre le coronavirus ? », Doctissimo. <https://www.doctissimo.fr/sante/epidemie/coronavirus-chinois/prevention-coronavirus> (consulté le déc. 28, 2020).
- (23) Pratiques d'hygiène hospitalière dans les structures sanitaires : Hôpital Gabriel Touré, Hôpital Régional de Sikasso, CNOS, Centre de Santé Référence de la Commune IV de Bamako. Faculté de Médecine de Pharmacie et D'Odonto-Stomatologie Par Maiga Boulkassim Pour obtenir le grade de Docteur en Pharmacie (Diplôme d'Etat) thèse 2002-2003
- (24) La mortalité attribuable aux infections hospitalières. Pascal Astagneau Médecin coordonnateur du C-Clin Paris Nord Agnès Lepoutre Médecin épidémiologiste, InVS. adsp n° 38 mars 2002.
- (25) Hygiène hospitalière et infections nosocomiales. Travail de santé publique réalisé en 2003

## REFERENCES

---

<http://www.remede.org/documents/hygiene-hospitaliere-et-infections.html>

- (26) *Inserm - La science pour la santé.* (s. d.). <https://Www.Inserm.Fr>. Consulté le 20 février 2021, à l'adresse <https://Www.Inserm.Fr/Information-En-Sante/Dossiers-Information/Coronavirus-Sars-Cov-Et-Mers-Cov>.
- (27) Tratner, I. (2003). SRAS : 1. Le virus. *médecine/sciences*, 19(8-9), 885-891. <https://doi.org/10.1051/medsci/20031989885>
- (28) <https://www.erudit.org/fr/revues/ms/2003-v19-n8-9-ms555/007121ar/>
- (29) « 5438cc12-c3c5-44d1-9fce-f6290da83c25.pdf ». Consulté le: mars 31, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://pepite-depot.univ-lille2.fr/nuxeo/site/esupversions/5438cc12-c3c5-44d1-9fce-f6290da83c25>.
- (30) Ariane Bonnin. (2018, juillet). *CARACTÉRISATION DE LA PROTÉINE S DU CORONAVIRUS HUMAIN 229E*. École Doctorale Biologie –Santé de Lille. <https://pepite-depot.univ-lille2.fr/nuxeo/site/esupversions/5438cc12-c3c5-44d1-9fce-f6290da83c25>
- (31) [www.who.int](http://www.who.int)
- (32) <https://i.ytimg.com/vi/-tqQzQSKiEg/maxresdefault.jpg>
- (33) <https://www.erudit.org/fr/revues/ms/2003-v19-n8-9-ms555/007121ar/media/007121arf001n.jpg>
- (34) <https://www.erudit.org/fr/revues/ms/2003-v19-n8-9-ms555/007121ar/media/007121arf001n.jpg>
- (35) <https://www.erudit.org/fr/revues/ms/2003-v19-n8-9-ms555/007121ar/media/007121arf001n.jpg>
- (36) <https://www.erudit.org/fr/revues/ms/2003-v19-n8-9-ms555/007121ar/media/007121arf004n.jpg>
- (37) <https://www.erudit.org/fr/revues/ms/2003-v19-n8-9-ms555/007121ar/media/007121arf004n.jpg>
- (38) <https://www.erudit.org/fr/revues/ms/2003-v19-n8-9-ms555/007121ar/media/007121arf004n.jpg>
- (39) <https://www.erudit.org/fr/revues/ms/2003-v19-n8-9-ms555/007121ar/media/007121arf004n.jpg>
- (40) [<https://www.erudit.org/fr/revues/ms/2003-v19-n8-9-ms555/007121ar/media/007121arf004n.jpg>]

## REFERENCES

---

- (41) <https://www.erudit.org/fr/revues/ms/2003-v19-n8-9-ms555/007121ar/media/007121arf004n.jpg>
- (42) <https://www.erudit.org/fr/revues/ms/2003-v19-n8-9-ms555/007121ar/media/007121arf004n.jpg>
- (43) Eusebe Coovi Ahossi, & Clémence Dallaire. (2019). *Soins infirmiers en contexte d'épidémie à mortalité rapide : cas de la fièvre hémorragique à virus Lassa au Bénin : un défi professionnel* (thèse). université LAVAL ; CANADA.  
<https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/38121/1/35925.pdf>
- (44) contini c, di nuzzo m, barp n, bonazza a, de giorgio r, tognon m, rubino s (2020) la nouvelle pandémie zoonotique covid-19 : un problème de santé mondial attendu. *j infect dev ctries* 14 : 254-264. doi: 10.3855 / jidc.12671
- (45) *Flambée de la maladie covid 19*. (s. d.). WWW.WHO.INT. Consulté le 30 mars 2021, à l'adresse [https://www.who.int/fr/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=Cj0KCQjwmIuDBhDXARIsAFITC\\_4gLDbWT3IQ4BQ30jDyuN3-UohIBmph5XFDxgcyPy9aEtYVIZ4jfiYaAm\\_kEALw\\_wcB](https://www.who.int/fr/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=Cj0KCQjwmIuDBhDXARIsAFITC_4gLDbWT3IQ4BQ30jDyuN3-UohIBmph5XFDxgcyPy9aEtYVIZ4jfiYaAm_kEALw_wcB)
- (46) *chronologie de la pandémie covid 19*. (2021, 30 mars). wikipedia.  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronologie\\_de\\_la\\_pand%C3%A9mie\\_de\\_Covid-19](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronologie_de_la_pand%C3%A9mie_de_Covid-19)
- (47) *Suivez la propagation de la COVID-19 à travers le monde*. (2021, 29 mars). MAUDE FAUCHER, ARIANE CHEVRIER, CÉDRIC GAGNON, ANTOINE BÉLAND ET JEAN-PHILIPPE CORBEIL  
  
ledevoir.com. [https://www.ledevoir.com/documents/special/20-03\\_covid19-carte-dynamique/index.html](https://www.ledevoir.com/documents/special/20-03_covid19-carte-dynamique/index.html)
- (48) Wikipedia contributors. (s. d.). *Pandémie de covid-19 en algérie* — Wikipédia. wikipedia. Consulté le 30 mars 2021, à l'adresse [https://fr.wikipedia.org/wiki/Pand%C3%A9mie\\_de\\_covid-19\\_en\\_alg%C3%A9rie#janvier\\_2021](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pand%C3%A9mie_de_covid-19_en_alg%C3%A9rie#janvier_2021)
- (49) B., N. (2020, 14 octobre). *Bilan Coronavirus au 14 octobre en Algérie : 3ème hausse consécutive*. Dzair Daily. <https://www.dzairdaily.com/bilan-coronavirus-14-octobre-algerie-3eme-hausse-consecutive/>
- (50) <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=SARS-CoV-2&oldid=178315882>
- (51) Deuxième séance exceptionnelle COVID-19 de l'Académie des sciences – 8 octobre 2020.
- (52) Suliman Khan et al, Emergence of a Novel Coronavirus, Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2: Biology and Therapeutic Options, 23 April 2020.
- (53) <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=SARS-CoV-2&oldid=178315882#%C3%89pid%C3%A9miologie>

## REFERENCES

- (54) <https://www.npr.org/2020/02/13/805837103/images-what-new-coronavirus-looks-like-under-the-microscope>
- (55) <https://fr.wikipedia.org/wiki/SARS-CoV-2#G%C3%A9nome>
- (56) <https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19>
- (57) <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/coronavirus-sars-cov-et-mers-cov>
- (58) <https://arbre-des-connaissances-apsr.org/2020/05/29/le-cycle-viral-de-sars-cov-2/>
- (59) Coronavirus virus émergents – FRM
- (60) Deuxième séance exceptionnelle COVID-19 de l'Académie des sciences – 8 octobre 2020.
- (61) HAS • Aspects immunologiques et virologiques de l'infection par le SARS-CoV-2 • novembre 2020
- (62) Prather KA, Wang CC, Schooley RT. Reducing transmission of SARS-CoV-2. *Science*. 2020 Jun 26 ;368(6498):1422-1424. doi: 10.1126/science.abc6197. Epub 2020 May 27. PMID : 32461212.
- (63) *Maladie Covid-19 (nouveau coronavirus)*. (2021, 13 janvier). Institut Pasteur. <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/maladie-covid-19-nouveau-coronavirus#transmission>
- (64) *Questions et réponses*. (s. d.). who.int. Consulté le 1 février 2021, à l'adresse <https://www.who.int/fr/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted>
- (65) Bonny, V., Maillard, A., Mousseaux, C., Plaçais, L., et Richier, Q. (2020). *COVID-19: Physiopathologie d'une maladie à plusieurs visages*. *La Revue de Médecine Interne*. doi: 10.1016 / j.revmed.2020.05.003
- (66) Jean-Christophe LUCET, Sandra FOURNIER, EOH, Gabriel BIRGAND, Nathan PEIFFER-SMADJA, SMIT, Solen KERNEIS, & Xavier LESCURE,. (2020, 14 avril). Le masque chirurgical protège efficacement les soignants contre COVID-19. *Hôpital Bichat, AP-HP, 75018 Paris*, 1-7. <https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/spilf/recos/choix-des-masques-14-avril-2020.pdf>
- (67) [https://www.who.int/fr/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=EAIaIQobChMIz670yanH7wIV5ejtCh2PQAAJEAAYASAAEgITa\\_D\\_BwE](https://www.who.int/fr/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=EAIaIQobChMIz670yanH7wIV5ejtCh2PQAAJEAAYASAAEgITa_D_BwE)
- (68) *MALADIE COVID-19 (NOUVEAU CORONAVIRUS)*. (2020, 15 septembre). pasteur.fr. <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/maladie-covid-19-nouveau-coronavirus#besoin-dinformations-par-tlphone-sur-le-nouveau-co>
- (69) *GESTION DES CORPS DE PATIENTS DECEDES EN MILIEU HOSPITALIER DANS LE CONTEXTE DE LA PANDEMIE COVID-19 MANAGEMENT OF PATIENTS' BODY DIED IN HOSPITAL IN THE CONTEXT OF THE PANDEMIC COVID-19* *Mise*

## REFERENCES

- au point* M.ZRIBI1,2,\* ; J.KAMMOUN1,2; W.BENAMAR1,2; H.DHOUIB1,2; Z.HAMMAMI1,2 ET S.MAATOUG1,2 1 : Service de médecine légale, CHU Habib Bourguiba, Sfax 2 : Faculté de médecine, Université de Sfax-Tunisie .
- (70) Juliette O’Keeffe. (15février2021). Enquête : risques associés à la manipulation de personnes décédées dans le contexte de la COVID-19. *Centre de collaboration nationale en santé environnementale*, 1-14.  
[https://ccnse.ca/sites/default/files/Field%20Inquiry%20-%20COVID\\_19%20risks%20to%20deathcare%20occupations\\_Feb%202021\\_FR\\_Final.pdf](https://ccnse.ca/sites/default/files/Field%20Inquiry%20-%20COVID_19%20risks%20to%20deathcare%20occupations_Feb%202021_FR_Final.pdf)
- (71) O’Keeffe, J. (2020). Death care during the COVID-19 pandemic : understanding the public health risks. *Environmental Health Review*, 63(2), 40-47.  
<https://doi.org/10.5864/d2020-009>
- (72) *COVID-19 [FEMININECollecte et soumission de spécimens post-mortem de personnes décédées avec un COVID-19 connu ou suspecté, mars 2020 (directives provisoires)*. (2020, 30 avril). CDC.gov. <https://zephyrnet.com/fr/Collecte-et-soumission-de-sp%C3%A9cimens-post-mortem-de-personnes-d%C3%A9c%C3%A9es-avec-convictions-connues-ou-suspect%C3%A9es-19-mars-2020/>
- (73) *Prise en charge du corps d’une personne décédée et infectée par le coronavirus SARS-CoV-2 : actualisation des recommandations*. (2020, 30 novembre). hcsp.fr.  
<https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=957>
- (74) PROCÉDURE POUR LA PRISE EN CHARGE DU DÉCÈS D’UN PATIENT ATTEINT DU COVID-19. (18décembre2020). *Avec la collaboration du Conseil Supérieur de la Santé*, 1-6. <https://covid->
- (75) Brit Long, William J. Brady, Alex Koyfman, Michael Gottlieb, Cardiovascular complications in COVID-19, *The American Journal of Emergency Medicine*, Volume 38, Issue 7, 2020, Pages 1504-1507, ISSN 0735-6757  
<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.04.048>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735675720302771>)
- (76) Erpicum P, Grosch S, Bouquegneau A, Huart J, Résimont G, Bovy C, Habran L, Delvenne P, Krzesinski JM, Burtey S, Delanaye P, Jourret F. Atteintes rénales de la COVID-19. 2020 <http://hdl.handle.net/2268/254585>
- (77) Ahmad, I. et Rathore, FA (2020). Manifestations neurologiques et complications du COVID-19 : une revue de la littérature. *Journal of Clinical Neuroscience*. doi: 10.1016/j.jocn.2020.05.017
- (78) William Murk, Monica Gierada, Michael Fralick, Andrew Weckstein, Reyna Klesh and Jeremy A. Rassen



## REFERENCES

- CMAJ March 15, 2021 193 (11) E389-E398 ; DOI :  
<https://doi.org/10.1503/cmaj.201686-f>
- (79) Bonny, V., Maillard, A., Mousseaux, C., Plaçais, L., et Richier, Q. (2020). *COVID-19: Physiopathologie d'une maladie à plusieurs visages. La Revue de Médecine Interne*. doi: 10.1016 / j.revmed.2020.05.003
- (80) Merdji, H., Sattler, L., Cunat, S., Meziani, F., et Helms, J. (2021). Hémostase dans COVID-19. *Médecine Réanimation intensive* . <https://doi.org/10.37051/mir-00062>
- (81) Z. Tazi Mezalek, COVID-19 : coagulopathie et thrombose, *La Revue de Médecine Interne*, Volume 42, Issue 2, 2021, Pages 93-100, ISSN 0248-8663, <https://doi.org/10.1016/j.revmed.2020.12.014>.  
  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0248866320308675>)
- (82) Setor K. Kunutsor & Jari A. Laukkanen (2020) *Complications rénales dans COVID-19: une revue systématique et méta-analyse, Annals of Medicine*, 52: 7, 345-353, DOI: [10.1080 / 07853890.2020.1790643](https://doi.org/10.1080/07853890.2020.1790643)
- (83) J.-M. Gornet, M.L. Tran Minh, F. Leleu, D. Hassid, Que doivent savoir les chirurgiens à propos des troubles digestifs et des anomalies paracliniques induits par le COVID 19 ?, *Journal de Chirurgie Viscérale*, Volume 157, Issue 3, Supplement 1, 2020, Pages S52-S59, ISSN 1878-786X,  
  
<https://doi.org/10.1016/j.jchirv.2020.04.013>.  
  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878786X20301017>)
- (84) Aumpan N, Nunanan P, Vilaichone RK. Manifestation gastro-intestinale comme prédicteur clinique du COVID-19 sévère: Une expérience rétrospective et une revue de la littérature du COVID-19 dans l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ASEAN). *Ouverture de l'HGJ* . 2020; 4 (6): 1096-1101. Publié le 12 sept. 2020 doi: 10.1002 / jgh3.12394
- (85) Richard, HF et Verdonk, F. (2020). *Atteintes neurologiques dans l'infection du SARS-CoV-2 (COVID-19). Réanimation Le Praticien En Anesthésie*. doi: 10.1016 / j.pratan.2020.07.008
- (86) Salinas, S., et Simonin, Y. (2020). *Les maladies neurologiques liées au SARS-CoV-2 et autres coronavirus humains. Médecine / sciences*. doi: 10.1051 / medsci / 2020122
- (87) <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/guillain-barr%C3%A9-syndrome#:~:text=Le%20syndrome%20de%20Guillain%20Barr%C3%A9,les%20sujets%20de%20sexe%20masculin.>
- (88) Coronavirus et syndrome respiratoire aigu sévère (COVID-19, MERS et SRAS). *Brenda L. Tesini , MD, University of Rochester School of Medicine and Dentistry*

## REFERENCES

- (89) Lodé B, Jalaber C, Orcel T, et al. Imagerie de la pneumonie COVID-19 [Imaging of COVID-19 pneumonia]. *Journal D'Imagerie Diagnostique et Interventionnelle*. 2020;3(4):249-258. doi:10.1016/j.jidi.2020.04.011
- (90) Réponses rapides dans le cadre de la COVID-19 - Place du scanner thoracique. HAS-SANTE.FR. Validée par le Collège le 8 avril 2020 Mise à jour le 27 nov. 2020  
[https://has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2020-04/reponse\\_rapide\\_covid-19\\_indication\\_tdm\\_mel2.pdf](https://has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2020-04/reponse_rapide_covid-19_indication_tdm_mel2.pdf)
- (91) Epidémie de coronavirus SARS-CoV-2 : Informations et lignes directrices provisoires pour les pharmaciens et les personnels de pharmacie Page 5. FÉDÉRATION INTERNATIONALE PHARMACEUTIQUE  
<https://www.uphoc.com/files/uploads/2020/02/FIP-dossier-Coronavirus.pdf>
- (92) Sean R. Hosein. L'ACE2 et la santé des organes majeurs, CATIE.CA ;Mai 2020  
<https://www.catie.ca/fr/traitementactualites/traitementactualites-236/covid-19/ace2-sante-organes-majeurs>
- (93) A Spinelli, G Pellino, pandémie COVID-19: perspectives sur une crise en cours, *British Journal of Surgery*, volume 107, numéro 7, juin 2020, pages 785-787, <https://doi.org/10.1002/bjs.11627>
- (94) Torales J, O'Higgins M, Castaldelli-Maia JM, Ventriglio A. L'épidémie de coronavirus COVID-19 et son impact sur la santé mentale mondiale. *Journal international de psychiatrie sociale*. 2020; 66 (4): 317-320. doi: 10.1177 / 0020764020915212
- (95) ANALYSE RAPIDE DE L'IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE DU COVID-19 SUR L'ALGERIE Préparé par le Système des Nations Unies en Algérie En collaboration avec le Bureau Maghreb de la Commission Economique pour l'Afrique ET PROPOSITIONS POUR UNE RELANCE DURABLE ET RESILIENTE. Préparé par le Système des Nations Unies en Algérie En collaboration avec le Bureau Maghreb de la Commission Economique pour l'Afrique.
- (96) Guide Parcours Du Patient Suspect Ou Atteint Par Le Covid-19. (Version du 25 avril 2020). Ineas.
- (97) Compassionateaccess@Gilead.Com,
- (98) Instruction No 09 / Dgssrh Du 16 Avril 2020 Relative A La Démarche Diagnostique Et Thérapeutique Du Covid-19
- (99) <https://i0.wp.com/www.chu-mustapha.dz/wp-content/uploads/2020/07/Protocole-de-PEC-mise-%C3%A0-jour-12-juillet-2020-scaled.jpg?resize=1024%2C724&ssl=1>
- (100) Masques de protection respiratoire et risques biologiques : Foire aux questions. (s. d.). [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr). Consulté le 22 mars 2021, à l'adresse <https://www.inrs.fr/risques/biologiques/faq-masque-protection-brespiratoire.html>

## REFERENCES

- (101) K. Khoukh<sup>1</sup>, C. Dumas<sup>1</sup>, R. El Hssaini<sup>1</sup>, S. Bertin<sup>1</sup>, F. Bruno<sup>1</sup>. **Pandémie COVID-19 et réutilisation des masques : revue bibliographique des méthodes de décontamination.** Pharmacie Delpech, Paris, France 30 mars 2020.
- (102) O'keeffe, J. Les masques et la pandémie de COVID-19. Vancouver (Colombie-Britannique). Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Oct 2020
- (103) **Le masque chirurgical protège efficacement les soignants contre COVID-19.** Jean-Christophe LUCET, UHLIN, Hôpital Bichat, AP-HP, 75018 Paris ; Sandra FOURNIER, EOH, siège AP-HP, 75004 Paris Gabriel BIRGAND, Cpias Pays de Loire, Nantes, 44000 Nathan PEIFFER-SMADJA, SMIT, Hôpital Bichat, AP-HP, 75018 Paris Solen KERNEIS, Equipe mobile d'infectiologie, Hôpital Cochin, AP-HP 75014 Paris, UHLIN Hôpital Bichat, AP-HP 75018 Paris Xavier LESCURE, Service de Maladies Infectieuses et Tropicales, Hôpital Bichat, AP-HP, 75018 Paris. 14/04/2020  
<https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/spilf/recos/choix-des-masques-14-avril-2020.pdf>
- (104) **COVID 19 : recommandations du masque médical en milieux de travail, hors milieux de soins** AUTEUR Groupe de travail SAT-COVID-19 Direction des risques biologiques et de la santé au travail de l'INSPQ Réseau de santé publique en santé au travail No de publication : 3079  
<https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/3079-avis-masque-medical-milieux-travail-covid19.pdf>
- (105) Verma, S., Dhanak, M. et Frankenfield, J. (2020). *Visualisation de la dispersion des gouttelettes pour les écrans faciaux et les masques avec soupapes d'expiration. Physique des fluides, 32 (9), 091701.* doi: 10.1063 / 5.0022968
- (106) Avis sur le port de la visière et du couvre-visage par les travailleurs. Direction des risques biologiques et de la santé au travail. – 12 mai 2020  
<https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/covid/2990-port-visiere-couvre-visage-travailleurs-covid19.pdf>
- (107) COVID-19 : Désinfection des protections oculaires à usage unique. Institut national de santé publique du Québec September-14-20
- (108) *coronavirus les gant jetables sont ils utiles.* (s. d.). [www.santemagazine.fr](http://www.santemagazine.fr). Consulté le 12 mars 2021, à l'adresse <https://www.santemagazine.fr/actualites/actualites-sante/coronavirus-les-gants-jetables-sont-ils-utiles-433804>
- (109) *Usage des Gants : Fiche d'Information.* (s. d.). [www.who.int](http://www.who.int). Consulté le 12 mars 2021, à l'adresse [https://www.who.int/gpsc/5may/tools/training\\_education/slcyh\\_usage\\_des\\_gants\\_fr.pdf](https://www.who.int/gpsc/5may/tools/training_education/slcyh_usage_des_gants_fr.pdf)
- (110) WHO reference number: WHO/2019-nCoV/IPC\_PPE\_use/2020.4 Utilisation rationnelle des équipements de protection individuelle contre la COVID-19 et éléments à considérer en cas de grave pénurie Orientations provisoires 23 décembre 2020

## REFERENCES

- (111) Port de surblouse réutilisable Cas possibles ou confirmés d'infections Covid-19. CPias Pays de la Loire, version 31/03/2020 <https://www.pays-de-la-loire.ars.sante.fr/system/files/2020-04/2020%2004%2001%20Avis%20CPias%20surblouse%20v3.pdf>
- (112) Port de surblouse réutilisable Cas possibles ou confirmés d'infections Covid-19. (2020, 31 mars). *CPias Pays de la Loire*, 1-4. <https://www.pays-de-la-loire.ars.sante.fr/system/files/2020-04/2020%2004%2001%20Avis%20CPias%20surblouse%20v3.pdf>
- (113) Les blouses d'isolement contre la COVID-19 dans les établissements de soins de santé. (2021). *2. Les blouses d'isolement contre la COVID-19 dans les établissements de soins de santé*; 1-11. <https://www.publichealthontario.ca//media/documents/ncov/ipac/2020/08/covid-19-medical-isolation-gowns-healthcare.pdf?la=fr>.
- (114) <https://www.futura-sciences.com/sante/questions-reponses/coronavirus-coronavirus-faut-il-desinfecter-vetements-chaussures-13776/>
- (115) Gabriel Birgand , Solen Kerneis , Jean-Christophe Lucet ; Modes de transmission du SARS-CoV-2 : Que sait-on actuellement ? REVUE GÉNÉRALE2021  
RFI Revue Francophone d'Infectiologie  
<https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/rfi/2021/birgand-et-al-2021-rfi-mis-en-ligne.pdf>
- (116) <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/medicaments-produits-sante/covid19-industrie/instruments-medicaux/equipement-protection-individuelle/blouses-hopital.html>
- (117) [https://combinaisons-de-protection.fr/information/info\\_id-17.html](https://combinaisons-de-protection.fr/information/info_id-17.html)
- (118) Th. Lavigne, AM. Rogues, B. Turcan (le5juin2019). *L'hygiéniste et le risque infectieux émergent* [E-book]. SF2H. [https://www.sf2h.net/wp-content/uploads/2018/09/05062019\\_RENCONTRES\\_AVEC\\_LEXPERT\\_A1\\_1400\\_Salle\\_Rome\\_RDC\\_Anne-Marie\\_ROGUES.pdf](https://www.sf2h.net/wp-content/uploads/2018/09/05062019_RENCONTRES_AVEC_LEXPERT_A1_1400_Salle_Rome_RDC_Anne-Marie_ROGUES.pdf)
- (119) *combinaison médicale habillage déshabillage - Google zoeken.* (s. d.). <https://www.google.com> Consulté le 1 avril 2021, à l'adresse [https://www.google.com/search?q=combinaison+medicale+habillage+d%C3%A9shabillage&rlz=1C1NHXL\\_frDZ705DZ706&sxsrf=ALeKk03Hs\\_1W0UMMrhbM21oYCjZ5K4X70w:1617129818738&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiEz5qD1tjvAhWVaRUIHVSLB8UQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625#imgrc=sI0rimZsaiyWRM](https://www.google.com/search?q=combinaison+medicale+habillage+d%C3%A9shabillage&rlz=1C1NHXL_frDZ705DZ706&sxsrf=ALeKk03Hs_1W0UMMrhbM21oYCjZ5K4X70w:1617129818738&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiEz5qD1tjvAhWVaRUIHVSLB8UQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625#imgrc=sI0rimZsaiyWRM)
- (120) *combinaison médicale habillage déshabillage - Google zoeken.* (s. d.-b). [www.google.com](https://www.google.com). Consulté le 1 avril 2021, à l'adresse [https://www.google.com/search?q=combinaison+medicale+habillage+d%C3%A9shabillage&rlz=1C1NHXL\\_frDZ705DZ706&sxsrf=ALeKk03Hs\\_1W0UMMrhbM21oYCjZ5K4X70w:1617129818738&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiEz5qD1tjv](https://www.google.com/search?q=combinaison+medicale+habillage+d%C3%A9shabillage&rlz=1C1NHXL_frDZ705DZ706&sxsrf=ALeKk03Hs_1W0UMMrhbM21oYCjZ5K4X70w:1617129818738&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiEz5qD1tjv)

## REFERENCES

- AhWV aRUIHVSLB8UQ\_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625#imgrc=sI0rimZs  
aiyWRM
- (121) *Pandémie COVID-19 et réutilisation des masques : revue bibliographique des méthodes de décontamination* K. Khoukh1, C. Dumas1, R. El Hssaini1, S. Bertin1, F. Bruno1. Pharmacie Delpech, Paris, France 30 mars 2020.
- (122) Kern, J. (2021, 29 mars). *Pourquoi le savon est-il efficace contre le coronavirus ?* Futura. <https://www.futura-sciences.com/sante/questions-reponses/coronavirus-savon-il-efficace-coronavirus-13402/>
- (123) E. (2020, 27 juillet). *Désinfectants, antiseptiques et COVID-19*. [www.efurgences.net. http://www.efurgences.net/seformer/breves/223-desinfectant.html](http://www.efurgences.net/http://www.efurgences.net/seformer/breves/223-desinfectant.html)
- (124) Sud Ouest. (2020, 25 mars). *Coronavirus : pourquoi le savon fait la peau au virus*. [SudOuest.fr. https://www.sudouest.fr/2020/03/24/ces-savons-qui-font-la-peau-au-virus-7360151-7498.php?nic](https://www.sudouest.fr/2020/03/24/ces-savons-qui-font-la-peau-au-virus-7360151-7498.php?nic)
- (125) [http://www.who.int/gpsc/5may/tools/system\\_change/guide\\_production\\_locale\\_produit\\_hydro\\_alcoolique.pdf?ua=1](http://www.who.int/gpsc/5may/tools/system_change/guide_production_locale_produit_hydro_alcoolique.pdf?ua=1)
- (126) *Coronavirus (COVID-19) : Désinfection des mains et des surfaces*. (s. d.). APB. Consulté le 12 mars 2021, à l'adresse <https://www.apb.be/fr/corp/sante-publique/Info-Corona/Recommandations-questions-scientifiques/Pages/desinfection-mains-surfaces.aspx>
- (127) *Coronavirus (COVID-19) Désinfection des mains et des surfaces : mars 2020 – Update: 15/09/2020 (update 15/09/20)*  
[https://www.apb.be/APB\\_LIBRARY/PUBLIC/CORONAVIRUS\\_DESINFECTION\\_MAINS\\_SURFACES\\_15\\_09\\_20.pdf](https://www.apb.be/APB_LIBRARY/PUBLIC/CORONAVIRUS_DESINFECTION_MAINS_SURFACES_15_09_20.pdf)
- (128) Professeur Felix I. D. Konotey-Ahulu et al \*. (2020, 2 septembre). *COVID-19 : Une protection efficace des contacts est plus simple qu'on ne l'imagine*. *rthomolecular Medicine News Service*, 1-7. <http://orthomolecular.org/resources/omns/fra/v16n46-fra.pdf>
- (129) *Les désinfectants dont l'efficacité a été démontrée contre Sars-Cov-2*. (s. d.). Coronavir.Org. Consulté le 10 mars 2021, à l'adresse [https://www.coronavir.org/les-produits-de-desinfection-pour-sars-cov-2/les-desinfectants-efficaces#:~:text=Eau%20de%20Javel%20\(hypochlorite%20de,%2C5%25%20pour%20les%20toilettes](https://www.coronavir.org/les-produits-de-desinfection-pour-sars-cov-2/les-desinfectants-efficaces#:~:text=Eau%20de%20Javel%20(hypochlorite%20de,%2C5%25%20pour%20les%20toilettes)
- (130) <https://solimix.com/fr/acide-peracetique-et-la-lutte-contre-le-coronavirus>
- (131) Tina Chen et Juliette O'keeffe : *La COVID-19 dans les espaces clos – Mesures de désinfection de l'air et des surfaces* ; 28 juillet 2020.
- (132) Eusebe Ahossi. (2020). *Soins infirmiers en contexte d'épidémie à mortalité rapide : cas de la fièvre hémorragique à virus Lassa au Bénin : un défi professionnel (THESE)*. Clémence Dallaire, directrice de recherche. <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/38121/1/35925.pdf>
- (133) *Les professionnels de santé face à la pandémie de la maladie à coronavirus (COVID-19) : quels risques pour leur santé mentale ?* (s. d.). PubMed Central (PMC). Consulté

## REFERENCES

---

le 10 février 2021, à l'adresse

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7174182/>

(134) *MESURES PRISES FACE A LA COVID-19 ET OBLIGATIONS DES ÉTATS EN MATIERE DE DROITS HUMAINS : OBSERVATIONS PRELIMINAIRES* (POL 30/1967/2020). (2020, mars). Amnesty International.

<https://www.amnesty.org/download/Documents/POL3019672020FRENCH.pdf>

(135) Hernandez, J. (2020, 3 novembre). *Covid-19 : les soignants et leur famille représenteraient 17 % des hospitalisations*. Futura. <https://www.futura-sciences.com/sante/actualites/coronavirus-covid-19-soignants-leur-famille-representeraient-17-hospitalisations-83032/>