

Journées thématiques interactives

Urgences Infectieuses - Nantes 2023

Maladies émergentes infectieuses, risques biologiques et
conditionnement préhospitalier

Ludovic KARKOWSKI

Donia BOUZID

Emmanuel BERNIGAUD

Nicolas CAZES

Pendant cet atelier, nous travaillerons sur ce qu'est un risque Biologique émergent qu'il soit intentionnel (étatique, terroriste) ou non. Nous prendrons le temps de parler des grands tableaux syndromiques de ces pathogènes et des modes de transmissions variés. Face à cette menace nous brosserons la réponse telle qu'elle est actuellement déployée (COREB, Réseaux de soins, régulation, établissements de santé de référence). Enfin, de manière très pragmatique nous évoquerons les différentes stratégies de protection des unités préhospitalières en contact avec des agents B identifiés, ou non.

Points clés :

1. MALADIES INFECTIEUSES EMERGENTES ET RISQUES BIOLOGIQUES : DEFINITIONS, AGENTS INFECTIEUX EMERGENTS ET RESURGENTS, FACTEURS D'EMERGENCE ET CONSEQUENCES, BIOTERRORISME	3
1.1. DEFINITIONS	3
1.2. AGENTS INFECTIEUX EMERGENTS	3
1.3. FACTEURS D'EMERGENCE DES MALADIES INFECTIEUSES	6
1.4. CONSEQUENCES ET ENJEUX	7
1.5. BIOTERRORISME	8
2. ASPECTS CLINIQUES, MODES DE TRANSMISSION ET DIAGNOSTIC	10
2.1. CLINIQUE	10
2.2. MODES DE TRANSMISSION	11
2.2.1. <i>La transmission directe de personne à personne :</i>	11
2.2.2. <i>Transmission indirecte :</i>	11
2.2.3. <i>Transmission par voie aérienne :</i>	11
2.2.4. <i>Transmission zoonotique (22):</i>	12
2.2.5. <i>Transmission verticale :</i>	13
2.3. DIAGNOSTIC	14
2.3.1. <i>Les techniques traditionnelles basées sur la culture :</i>	14
2.3.2. <i>Les tests sérologiques :</i>	14
2.3.3. <i>Les techniques moléculaires :</i>	15
2.3.4. <i>Les tests antigéniques :</i>	15
2.3.5. <i>Les tests en point of care (POCT) :</i>	15
2.3.6. <i>Les tests syndromiques :</i>	16
3. ORGANISATION DE LA REPONSE SANITAIRE (34–42).....	17
3.1. PREPARATION SANITAIRE AU RISQUE EPIDEMIQUE ET BIOLOGIQUE (REB)	17
3.2. ORGANISATION DE LA VEILLE SANITAIRE.....	21
3.3. LES « PARTENAIRES » DU RESEAU REB	22
3.4. ORGANISATION DU RESEAU DE SOINS ET PRISE EN CHARGE REB	23
4. REGULATION MEDICALE ET PRISE CHARGE PREHOSPITALIERE	25
4.1. REGULATION MEDICALE ET MIE	25
4.2. ENTREE DANS LE SYSTEME DE SOIN.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
4.3. LES DIFFERENTS MOYENS DE PROTECTION ENVISAGEABLES	30
4.3.1. <i>Généralités</i>	30
4.3.2. <i>Composition de la tenue de protection (45)</i>	30
4.3.3. <i>Quelle tenue pour quel agent infectieux ?</i>	34
4.3.4. <i>Procédures d'habillage</i>	36
4.3.5. <i>Procédures de déshabillage (54)</i>	37
4.4. TRANSPORT	41
4.4.1. <i>Systèmes d'isolement</i>	41
4.4.2. <i>Vecteurs</i>	41
5. CONSEQUENCES SOCIETALES D'UNE MALADIE INFECTIEUSE EMERGENTE.....	42
BIBLIOGRAPHIE	43

1. Maladies infectieuses émergentes et risques biologiques : définitions, agents infectieux émergents et résurgents, facteurs d'émergence et conséquences, bioterrorisme

1.1. Définitions

Il n'existe pas de définition consensuelle des maladies infectieuses émergentes. Nous pouvons tenter de la définir comme toute maladie provoquée par un agent microbien (bactérie, virus, parasite, champignon ou prion), nouvellement apparue, ou dont l'incidence augmente de manière significative dans une population donnée, d'une région donnée, sur une période précise, par rapport à la situation habituelle de cette maladie (1). Cette définition englobe donc les concepts de maladies infectieuses **émergentes** mais aussi de maladies infectieuses **résurgentes**. Il faut exclure les maladies infectieuses dont l'augmentation de l'incidence peut être attribuée à une amélioration de la surveillance/diagnostic/ dépistage. Nous ne traiterons pas les toxines (ricine, botulisme) à la frontière des risques B et C.

Le risque épidémiologique et biologique (REB) résulte du danger causé par les microorganismes émergents et résurgents. La majorité d'entre elles sont issues de la zone intertropicale : Amérique du Sud, Asie du sud-est (SE) et Afrique essentiellement.

1.2. Agents infectieux émergents

Le panel des agents des MIE englobe plusieurs entités diverses et variées : infection nouvellement apparue, infection ancienne résurgente, infection connue nouvellement pathogène pour l'homme, infection connue ayant acquis de nouvelles propriétés (résistance, transmissibilité), maladie connue se développant dans une autre région du globe.

Les **infections virales** sont les plus nombreuses :

- Coronavirus : la crise Covid-19 a rappelé le risque élevé d'infection par les coronavirus depuis le début du 21^{ème} siècle : MERS-CoV qui sévit au Moyen-Orient depuis 2012, épidémie de SRAS entre 2002 et 2004 en Asie du SE ;
- Poxvirus : depuis 2022, une pandémie d'infection à *Monkeypox virus* (Mpox) essentiellement chez les hommes ayant des relations sexuelles avec les hommes (HSH) ;
- Maladie à virus Ebola : la plus grande épidémie récente a sévi en 2013-2016 en Guinée-Conakry, Sierra-Leone et au Liberia. Elle a été responsable de plus de 110 000 décès.

En 2022 est également survenue une épidémie au virus Marburg en Guinée Équatoriale et Tanzanie, jusque-là cantonnée en Centre-Afrique ;

- Dans le registre des Fièvres Hémorragiques Virales on peut également citer le risque d'expansion de la fièvre hémorragique de Crimée Congo (FHCC), du fait de l'extension de son hôte principal la tique *Hyalomma* ou l'augmentation du nombre d'infections à Hantavirus en Amérique du Sud et notamment en Guyane (jusqu'à 5% de séroprévalence);
- *Henipah virus* : fin des années 90 en Asie du SE a été mis en évidence les 1ers cas d'infections à *Henipah virus*, avec le virus *Hendra* pathogène pour le cheval, et surtout le virus *Nipah*, (Malaisie et au Bangladesh), responsable d'encéphalites (mortalité comprise entre 50% et 100%) ;
- Arboviroses : l'augmentation exponentielle du nombre de moustiques *Aedes spp* et *Culex spp* est responsable de plusieurs épidémies d'arboviroses (dengue, Zika, Chikungunya, émergence des infections neuro-méningées aux virus *West Nile* et *Usutu* (2,3) ;
- Encéphalite à tiques : jusque-là limitée à l'Europe centrale/Est, elle progresse en France. En 2022 : 43 cas de cette infection dans le département de l'Ain, transmise cette fois selon un nouveau mode de contamination : la consommation d'un fromage de chèvre au lait cru. Son pendant asiatique, le virus de l'Encéphalite japonaise, se répand également dans la zone Asie du SE / Océanie;
- Grippe aviaire : la panzootie aux virus H5N1 concerne plusieurs espèces animales, avec un spectre symptomatique large . Le risque de transmission à l'homme est pour le moment faible, mais quelques cas humains ont été décrits, (pas de transmission interhumaine)(4) ;
- Rougeole : la baisse de la couverture vaccinale mondiale depuis la crise liée à la Covid-19 menace 40 millions d'enfants du monde ; résurgence des cas de poliomyélite, décrite en Israël en 2022 ;
- Enfin n'oublions pas le VIH : on dénombre 40 millions de décès depuis le début des années 80. Et actuellement le nombre de patients vivant avec cette maladie est considéré à 38,4 millions, dont les 2/3 uniquement en Afrique (25,6 millions).

Il existe de nombreuses infections bactériennes émergentes ou réémergentes :

- Choléra : après une 1^{ère} épidémie ayant entraîné la contamination de 820 000 personnes et occasionné 9792 morts entre 2010 et 2022, une 2nd épidémie de choléra sévi à Haïti depuis 2022 (5)
- Leptospirose : l'incidence de cette zoonose, prédominante dans les territoires ultramarins, a doublé en France métropolitaine entre les années 2010 et 2021
- Streptocoque A : à la fin de l'année 2022, les pays d'Europe de l'ouest ont été touchés par une épidémie d'infections invasives à *Streptococcus pyogenes*, probablement suite aux mesures barrières mises en place dans le cadre de la crise liée à la Covid-19, avec moins d'infection de ce type en 2020 et 2021.
- Syphilis : l'incidence de cette infection sexuellement transmissible (IST) augmente depuis le début des années 2000 en Europe, surtout chez les HSH
- Diphtérie : on constate une élévation du nombre de cas avec des atteintes cutanées et pulmonaires, (migrants en provenance de l'Est et notamment d'Afghanistan)
- Shigellose : augmentation mondiale du nombre d'infections diarrhéiques à *Shigella sonnei* hautement résistante aux antibiotiques (XDR pour extensively drug-resistant), tout particulièrement chez les HSH, (seuls le carbapénème et la colistine demeurent efficaces)(6)
- **Bactéries résistantes** : on assiste à une augmentation continue du nombre de bactéries multi-résistantes (BMR) ou XDR dans la plupart des pays (7) : épidémie de staphylocoques méticilline-résistants à la fin des années 90, puis Entérocoques résistants aux glycopeptides, enfin entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre élargi (EBLSE). Parmi les EBLSE, les bactéries hautement résistantes émergentes (BHRe) et notamment les entérobactéries productrices de carbapénèmases (EPC) représentent un réel problème de santé publique du fait de leurs difficultés thérapeutiques.
- Mycobactéries : élévation du nombre de souches de *Mycobacterium tuberculosis* XDR, (Europe de l'Est)
- Lyme : implantation de tique *Ixodes ricinus* porteuse de la bactérie *Borrelia* spp dans les Alpes maritimes, (région auparavant indemne) (8)
- Bactérie mangeuse de chair : le réchauffement climatique avec l'élévation de la température des mers est susceptible d'entraîner l'augmentation du nombre d'infections à *Vibrio* spp, dont *V.vulnificus* responsable d'infection sévère avec un fort taux de létalité, ou encore de Légionelloses dont l'incidence s'accroît rapidement depuis quelques années.

Les parasitoses ne sont pas à négliger :

- *Plasmodium knowlesi* : cette espèce endémique en Malaisie gagne du terrain en Asie du SE. (9)
- *Plasmodium vivax* : la présence du vecteur, l'anophèle femelle, sur le territoire américain est susceptible d'entraîner une augmentation du nombre de cas autochtones de cette parasitose.
- Résistance aux anti-paludéens : entre avril 2020 et avril 2021 est survenue une épidémie de paludisme à *P.falciparum* dans la province Attapeu au Laos : modification génétique à l'origine d'une résistance à un antipaludéen de 1^{ère} ligne : la dihydroartémisinine–piperaquine (10)
- Enfin : épidémie de bilharziose uro-génitale en Corse en 2013 ; émergence de cas autochtones d'échinococcose alvéolaire au Canada (11) ; ou encore la résurgence de la leishmaniose dans les Balkans.

Les mycoses, de présentations aspécifiques sont également un problème :

- *Candida auris* : depuis sa 1^{ère} description en 2009 au Japon, cette levure a désormais été répertoriée sur les 5 continents. La succession d'épidémies ces 10 dernières années la classe parmi les infections émergentes (12). Sa résistance aux principaux antifongiques fait d'elle une des mycoses les plus virulentes
- Fusariose : depuis 2004, le nombre de publications d'infections humaines essentiellement à *Fusarium solani* et *F.oxysporum* augmente régulièrement (13). Cette mycose, à la base des végétaux et des animaux, est endémique dans les régions tropicales et revêt un large spectre clinique

1.3. Facteurs d'émergence des maladies infectieuses

L'incidence des MIE a indéniablement augmenté ces 50 dernières années. La majorité sont des zoonoses dans 60-70% des cas, et d'origine environnementale dans 30-40 % des cas (14,15). Un agent microbien infecte un hôte particulier dans un environnement propice à son développement : ces 3 éléments sont indissociables. L'évolution de l'un influe sur la dynamique globale de cette **triade**. Les facteurs expliquant l'émergence des maladies infectieuses sont multiples:

- Évolution des agents pathogènes : rapide, leur multiplication s'accroît avec l'augmentation des interactions avec l'hôte. Les virus à acide ribonucléique (ARN) font

partie des microbes les plus émergents en raison de leur rapide évolution génétique, et de leur grande adaptabilité. La surconsommation d'antibiotiques est responsable d'antibiorésistance. Enfin la virulence est favorisée par la diminution de l'immunité anti-infectieuse (immunodéprimés, augmentation de l'espérance de vie et immunosénescence)

- Changement des comportements humains : l'augmentation des voyages favorise maladies tropicales et diffusion des agents contagieux. La société des loisirs avec plus d'activités en plein air explique en partie l'augmentation du nombre de borrélioses et de leptospiroses. La liberté sexuelle est à l'origine de l'explosion des IST. L'augmentation des interactions plus étroites entre l'homme et les animaux avec l'élevage intensif ; l'adoption de nouveaux animaux de compagnie exotiques rend compte de la part prépondérante des zoonoses au sein des MIE. L'accumulation des conflits armés est responsable de précarité, de dégradation des systèmes de santé publique, notamment des programmes de vaccination
- Modifications environnementales : déforestation, urbanisation, élevage intensif... Elles induisent le développement des vecteurs (moustiques, tiques ...) et de leurs réservoirs : allongement de leur période d'activité, expansion de leurs zones géographiques (16). Ces évolutions environnementales sont intriquées avec le réchauffement climatique. La fonte de glaces, (permafros) est susceptible de faire ressurgir d'anciennes maladies (maladie du charbon, autres agents pathogènes inconnus)

La compréhension de ces mécanismes renvoie ainsi à un 2^{ème} concept, **le concept One Health**, qui vise à équilibrer et optimiser durablement la santé des hommes, des animaux et des écosystèmes. Il faut intégrer ces 3 composantes à la fois afin d'obtenir une action efficace sur le contrôle de ces MIE.

1.4. Conséquences et enjeux

Sur le plan médical on note une augmentation de la morbi-mortalité variable en fonction de l'infection, mais plus impactante dans les pays du Sud, (tissu sanitaire insuffisant). Des chercheurs américains ont estimé à 4 950 000 le nombre de décès associés aux infections bactériennes résistantes pour l'année 2019, dont 1 270 000 directement attribuées à 23 pathogènes résistants (17). L'OMS estime à près de 15 000 000 le nombre de patients décédés de la covid19 ; cette pandémie a également été responsable de nombreuses morts collatérales,

(saturation des systèmes de soins). La morbidité post-infection associée à ces MIE représente un fardeau : le syndrome du covid long / post-ebola, le rhumatisme inflammatoire post-Chikungunya, les malformations fœtales du virus Zika ... La santé mentale ainsi que la santé materno-fœtale sont impactées.

D'un point de vue extra-médical, ces MIE peuvent avoir de lourdes retombées économiques et sociales à l'échelle d'un pays, voire de plusieurs pays en cas d'Urgence de Santé Publique de Portée Internationale (USPPI) : augmentation du chômage et de la précarité, accroissement des inégalités sociales, recul de la scolarité, insécurité alimentaire ... En 2020 en pleine pandémie covid19, l'économie mondiale s'est contractée d'environ 3,5% et plus de 80% des pays ont connu des récessions. Les revenus mensuels ont diminué de 16%.

Face aux nombreux risques liés à ces MIE, les enjeux sont multiples :

- détecter/diagnostiquer l'agent par un système de veille continu, et des laboratoires équipés et expérimentés ; modéliser l'épidémie et adapter le niveau de biosécurité
- mobiliser l'ensemble du système de santé afin de prendre en charge les patients dans des structures hospitalières de référence, disposer de thérapeutiques adaptées, de stocks
- assurer la formation continue des personnels dévoués à la prise des patients atteints de MIE, animer en permanence le réseau national REB
- aspects éthiques et communication maîtrisée.

1.5. Bioterrorisme

Il ne faut pas négliger le bioterrorisme : utilisation intentionnelle ou à la menace d'emploi de micro-organismes, ou de toxines produites par des micro-organismes, dans le but de terroriser la population en induisant des maladies mortelles ou non chez les hommes, les animaux ou les plantes (18). Parmi les nombreuses classifications de ces agents à risque, la plus utilisée est celle du Center for Disease Control and Prevention (CDC) d'Atlanta, résumée dans le **tableau 1**. La moitié de ces agents représente des micro-organismes émergents ou résurgents:

- la catégorie A regroupe des agents facilement transmissibles, avec taux de mortalité élevé : la maladie du charbon a déjà été utilisée à des fins malveillantes aux USA en 2001 avec l'histoire des enveloppes contaminées; *Yersinia pestis* représente une menace sérieuse de par sa contagiosité et sa mortalité ; bien qu'éradiquée, la variole pourrait ressurgir de laboratoires de recherche malveillants ; enfin les virus responsables de

fièvres hémorragiques (Ebola, Marburg, Lassa, ...) peuvent terroriser la population, mais sont difficiles à manipuler

- la catégorie B contient des agents moyennement transmissibles, avec une morbi-mortalité modérée : choléra, shigelloses de plus en plus antibiorésistantes, mélioïdose (*Burkholderia pseudomallei*), dont l'incidence croît en Asie du SE et en Océanie ; virus responsables d'infections neuro-méningées émergentes (encéphalite japonaise/tiques, West Nile ...)
- la catégorie C non exhaustive regroupe quasi-exclusivement des agents émergents comme le virus Nipah ou les Hantavirus.

Le développement de nouvelles technologies peut faire émerger de nouveaux agents : agents plus résistants aux contre-mesures thérapeutiques, plus virulents, plus transmissibles, nouveaux modes de transmission (19). Il existe divers scénarii possibles : frappe stratégique, explosion de bombes sales, épandage par hélicoptère, avion ou drone en plein air ou dispersion au sein de lieux publics, envoi d'objets contaminés, ou injections d'agents biologiques à l'aide d'objets piquants (parapluie bulgare). Les armes biologiques ont heureusement des contraintes :

- difficultés techniques de fabrication : fragilité des micro-organismes (sensibles à la chaleur, aux rayons ultra-violet), dépendance des conditions atmosphériques, risque d'effet boomerang pour le fabricant
- existence de conventions internationales sanctionnant leur utilisation par de lourdes représailles.

Catégorie	Bactéries	Virus	Toxines
A	Bacillus anthracis* Yersinia pestis* Francisella tularensis	Smallpox virus* Virus des fièvres hémorragiques* (Ebola, Marburg, Lassa, Machupo)	Botulique (Clostridium botulinum)
B	Brucella Salmonella Escherichia coli O157:H7 Shigella* Burkholderia pseudomallei* Burkholderia mallei Chlamydia psittaci Coxiella burnetii Rickettsia prowazekii Vibrio cholerae*	Encéphalites virales* (Alphavirus)	Ricine Toxine epsilon de Clostridium perfringens Entérotoxine B staphylococcique
C		Hantavirus* Nipah virus*	

CDC = Center for Disease Control and prevention* = micro-organismes émergents ou réurgents

Table 1 Classification des agents pathogènes de bioterrorisme du CDC

2. Aspects cliniques, modes de transmission et diagnostic

2.1. Clinique

Pour la pratique clinique, il paraît pertinent de classer les MIE selon le type de diagnostic syndromique (**Tableau 2**). Le syndrome le plus fréquent concerne les infections des voies aériennes, devant les atteintes cutané-articulaires. Les syndromes hémorragiques et les infections neuro-méningées sont surtout l'apanage des infections virales, alors que les syndromes diarrhéiques sont essentiellement causés par des bactéries. Enfin les septicémies et/ou infections systémiques peuvent être causées par les 4 classes de micro-organismes.

SYNDROMES	BACTERIES	VIRUS	PARASITES / CHAMPIGNONS
Syndrome ORL et/ou respiratoire	Streptococcus pyogenes Corynebacterium diphtheriae Bacillus anthracis Yersinia pestis Mycobacterium tuberculosis Burkholderia pseudomallei	Coronavirus (SARS-CoV-1, SARS-CoV-2, MERS-CoV) virus Influenzae humain et aviaire	Fusarium spp Aspergillus fumigatus Mucormycoses
Syndrome neurologique		virus de l'encéphalite japonaise virus de l'encéphalite à tiques virus West nile virus Nipah ; V Usutu	
Syndrome diarrhéique avec ou sans vomissement	Vibrio cholerae Vibrio vulnificus Shigella spp		
Syndrome hémorragique		virus des fièvres hémorragiques virales (Ebola, Marburg, Lassa, FHCC ...) virus Hantan	
Syndrome cutané et/ou articulaire	Treponema pallidum autres IST Vibrio vulnificus Borrelia burgdorferi	Poxvirus (varirole, Monkeypox) virus de la Rougeole Arboviroses : dengue, zika, chikungunya	Leishmaniose cutanée Fusarium spp Saksenaea Erythrospora
Septicémies / Syndromes systémiques	Streptococcus pyogenes Vibrio vulnificus Leptospira interrogans	VIH	Plasmodium knowlesi Plasmodium vivax (Amériques)

Leishmaniose viscérale
 Echinococose alvéolaire
 Candida auris
 Fusarium spp
 Lomentospora
 prolificans
 Mucormycoses

FHCC: hémorragique de Crimée-Congo ; IST : Infection sexuellement transmissible ; MERS-CoV : middle-east respiratory syndrome-related coronavirus ; ORL : Oto-rhino-laryngologie ; SARS-CoV : severe acute respiratory syndrome coronavirus ; VIH : Virus de l'immunodéficience humaine

Table 2: Principales Maladies infectieuses émergentes classées selon le type de diagnostic syndromique

2.2. Modes de transmission (20,21):

2.2.1. La transmission directe de personne à personne

L'une des méthodes de transmission est le contact direct de personne à personne. Dans ce cas, les agents pathogènes sont directement transmis d'une personne infectée à une personne exposée : le VIH, et les infections respiratoires, comme la grippe et le COVID-19 en sont des exemples. Le contact avec des fluides corporels infectés (fièvre hémorragique virale), des gouttelettes respiratoires ou des surfaces contaminées (fomite) ou par contact cutané contribue à la propagation rapide.

2.2.2. Transmission indirecte

Il y a transmission indirecte lorsque les agents pathogènes se propagent par le biais d'une source ou d'un vecteur intermédiaire. Par exemple, le choléra et la cryptosporidiose sont transmises par des sources d'eau contaminées. Les maladies d'origine alimentaire, telles que les infections à Salmonella et à E. coli, sont dues à la consommation d'aliments contaminés. Enfin, les maladies à transmission vectorielle, comme le paludisme et la dengue.

2.2.3. Transmission par voie aérienne

Les micro-organismes peuvent être suspendus dans l'air sous forme d'aérosols, (parcourir de longues distances, infecter des personnes sensibles). Les infections respiratoires sont principalement transmises par les particules en suspension dans l'air expulsées par les personnes infectées. L'inhalation de ces aérosols infectieux peut entraîner des épidémies, en particulier dans les environnements surpeuplés et mal ventilés.

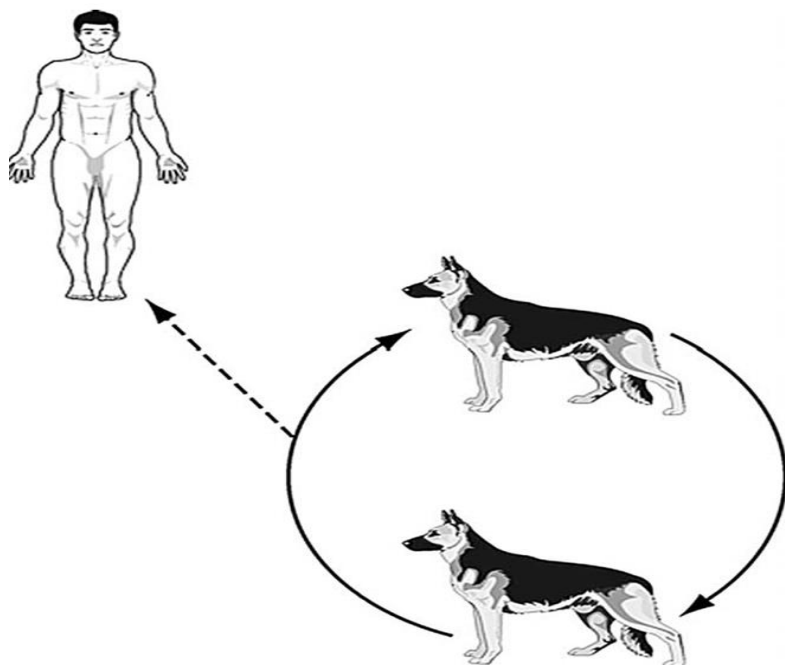


Figure 1 Exemple d'orthozoonose: la rage (encyclopedia of Microbiology; Third Edition, 2009)

2.2.4. Transmission zoonotique (22):

Les zoonoses sont des infections qui surviennent naturellement chez les animaux mais qui peuvent être transmises à l'homme : Ebola, le virus Zika et le SARS-CoV-2. La transmission zoonotique peut se faire par contact direct avec des animaux infectés, par la consommation de produits animaux contaminés ou par l'exposition à des déchets animaux.

- Les zoonoses à transmission directe ou orthozoonoses de l'animal contaminant à l'animal réceptif (y compris l'homme) sans intermédiaire ou par un vecteur mécanique/support passif où ne se modifie pas l'agent : Contact (Tuberculose) ; Inoculation (Rage) ; Inhalation (Tularémie) ; Ingestion (Brucellose)
- Les zoonoses à transmission cyclique ou cyclozoonoses : souvent parasitaires et nécessitent au moins deux espèces-hôtes (vertébrés) pour le développement complet du cycle sans intervention d'invertébrés : Cysticercoses et Taeniasis ; Echinococcoses

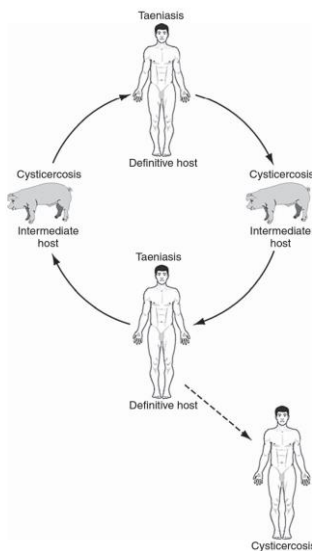


Figure 2 Exemple de cyclozoonose : *Cysticercosis* : *Encyclopedia of Microbiology (Third Edition)*, 2009

2.2.5. Transmission verticale :

La transmission verticale désigne le transfert d'agents pathogènes de la mère à l'enfant pendant la grossesse, l'accouchement ou l'allaitement. Le virus de l'immunodéficience humaine (VIH), le virus de l'hépatite B (VHB) et la syphilis en sont des exemples.

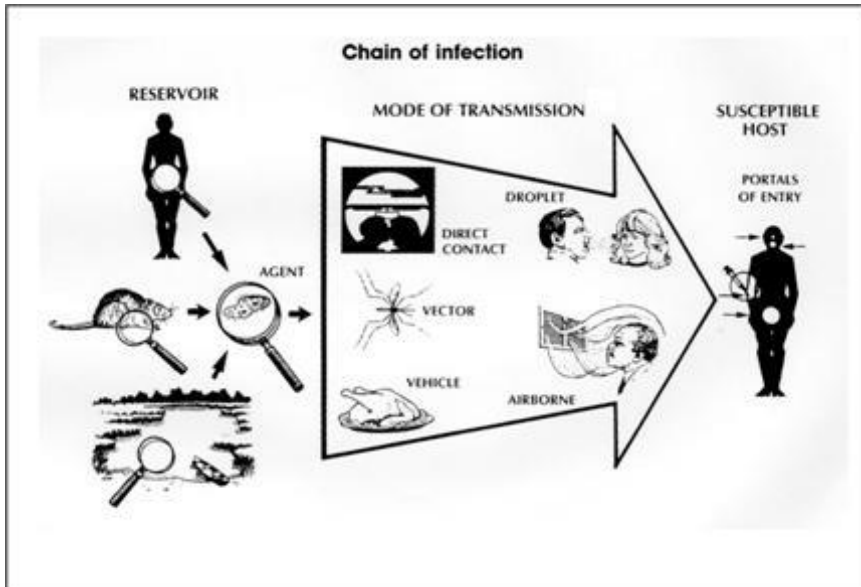


Figure 3 Les différents modes de transmission Source: CDC and Prevention. *Principles of epidemiology*, 2nd ed. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services;1992.

2.3. Diagnostic

Un diagnostic rapide et fiable est nécessaire afin d'enclencher les dispositifs de prévention et traitement adaptés (23) (table 3; 4)

2.3.1. La culture :

Traditionnellement, la méthode de diagnostic consistait à cultiver les agents en laboratoire. Cette technique implique l'isolement et la croissance d'agents pathogènes à partir d'échantillons cliniques, puis leur identification sur la base de leurs caractéristiques distinctives. Bien que cette méthode ait été le gold standard elle souffre de délais longs et de limitations (agents pathogènes difficiles à isoler ou inconnus jusqu'alors). La culture reste la base du diagnostic des infections bactériennes et fongiques invasives qui causent principalement des bactériémies et des méningites.

2.3.2. Les tests sérologiques :

Les tests sérologiques sont précieux pour diagnostiquer les maladies infectieuses émergentes : détection d'anticorps/d'antigènes spécifiques dans l'échantillon de sang d'un patient. Les tests immuno-enzymatiques (ELISA), les tests de flux latéral et les tests de neutralisation sont des techniques sérologiques couramment utilisées. Les tests sérologiques offrent une fenêtre de diagnostic plus longue que les méthodes directes et conviennent au diagnostic des infections aiguës et passées, à la surveillance des maladies et au suivi des vaccinations. Les systèmes ELISA et d'immunofluorescence indirecte (IIFT) basés sur des antigènes optimisés permettent une détection sensible et spécifique des anticorps contre les le zika, la dengue et le chikunguya pour les patients (24).

2.3.3. Les techniques moléculaires : (25).

La réaction en chaîne de la polymérase (PCR) permet l'amplification et la détection d'acides nucléiques spécifiques. La PCR en temps réel, la PCR quantitative et la PCR par transcription inverse (RT-PCR) sont des variantes de cette technique qui permettent une détection rapide et très sensible des infections virales, bactériennes et fongiques(26–29). Le séquençage de nouvelle génération (NGS) facilite l'identification de nouvelles souches et l'étude de leur évolution(30).

2.3.4. Les tests antigéniques :

Les tests de diagnostic rapide (TDR) pour la détection des antigènes et des anticorps sont moins sensibles que les tests de laboratoire standard. Les TDR du VIH donnent de bons résultats dans l'identification des personnes souffrant d'infections chroniques. La sensibilité des TROD pour la grippe (31) et certains pathogènes gastro-intestinaux (norovirus, rotavirus) est notablement faible. Les résultats négatifs ne doivent pas dicter les décisions thérapeutiques et les résultats positifs doivent être confirmés par des tests moléculaires.

2.3.5. Les tests en point of care (POCT) :

Les tests au lit du malade (POCT) jouent un rôle essentiel dans les contextes où les ressources sont limitées(32). Les POCT, tels que les tests antigéniques rapides ou les plateformes portables à base moléculaire, fournissent des résultats rapides et sur place, sans

nécessiter d'infrastructure de laboratoire spécialisée. Ces technologies ont considérablement progressé au cours de la dernière décennie, notamment les techniques microfluidiques et plasmoniques. Ces tests permettent de prendre **des décisions immédiates concernant les soins, l'isolement et les options de traitement.**

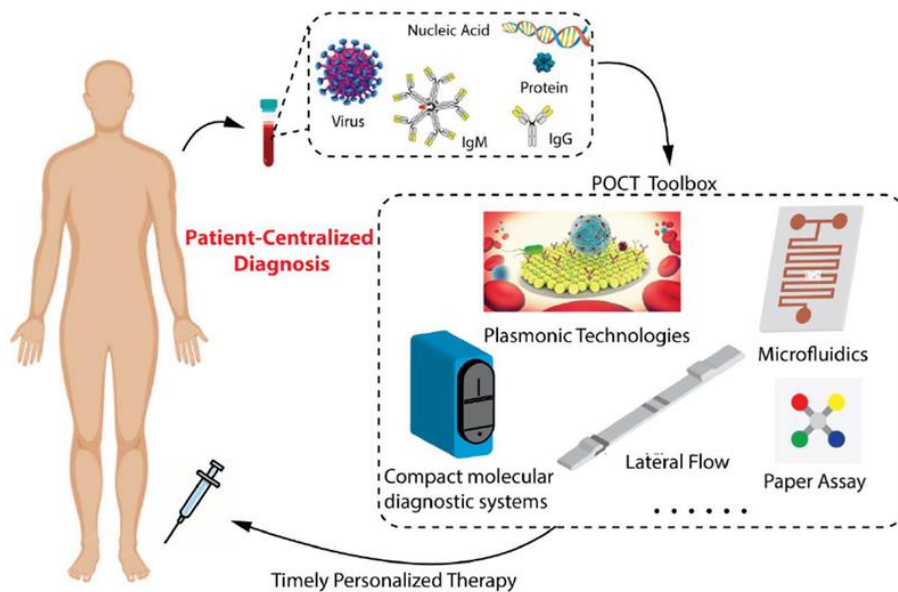


Figure 4 Les tests (POCT) (tels que les systèmes de diagnostic moléculaire à contact, les tests de flux latéral, la microfluidique, les technologies plasmoniques et les tests sur papier, etc.) détectent une variété de biomarqueurs liés aux maladies infectieuses, y compris les particules virales, les acides nucléiques, les protéines et les anticorps. Ils servent de base au diagnostic et au traitement "centralisés" des maladies infectieuses (32).

2.3.6. Les tests syndromiques :

Les maladies infectieuses émergentes se manifestent souvent par des symptômes non spécifiques, ce qui complique le diagnostic précoce. La surveillance syndromique repose sur le suivi des schémas et des tendances des symptômes, des données cliniques et d'autres indicateurs pertinents pour détecter les épidémies et les infections émergentes (33). Cette méthode complète les techniques de diagnostic traditionnelles en fournissant un système d'alerte précoce pour une réponse rapide et des efforts d'endiguement.

3. Organisation de la réponse sanitaire (34–42)

3.1. Préparation sanitaire au Risque Epidémique et Biologique (REB)

Les plans gouvernementaux / guides nationaux permettent la diffusion des doctrines qui seront déclinées au niveau territorial par les différents acteurs de la gestion d'une situation REB.

Le « **Plan gouvernemental NRBC** » organise la prévention et la lutte face aux menaces NRBC, abroge les plans Piratox, Piratome et Biotox et constitue un guide d'aide à la décision. Il formalise au niveau zonal, régional et départemental autant de dispositifs opérationnels d'intervention interministériels qu'il y a de situation générique (six différentes). Les priorités d'actions décrites dans ce plan sont déclinées par le ministère de la santé et les opérateurs de santé en fonction de impacts sur le système de santé (ex : annexes NRBC du plan blanc des établissements de santé : ES).

Les **plans ou guides nationaux** sont spécifiques à certaines pathologies infectieuses (non exhaustifs) et permettent d'évoluer vers des doctrines plus génériques :

- Plan national de prévention et de lutte « [Maladie à virus Ebola](#) » (SGDSN);
- Plan national « pandémie grippale » (SGDSN);
- [Guide PCT](#) (Peste, Charbon, Tularémie);
- [Plan Variole](#), actualisé 2022 par le HCSP;
- [Préparation au risque épidémique Covid-19](#)

Le **dispositif d'organisation de la réponse du système de santé (ORSAN)** constitue l'outil de planification et d'organisation de la réponse du système de santé pour faire face aux Situations Sanitaires Exceptionnelles (SSE). Il a pour objet de planifier la montée en puissance progressive et coordonnée du système de santé en recherchant les approches les plus efficaces au sein de chaque territoire et en prenant en compte les particularités et les ressources locales disponibles dans les secteurs de ville, hospitalier et médico-social. Ce dispositif constitué de 5 modules (AMAVI, NRC, Médico-Psychologique, EpiCLIM et **REB**) déclinés au niveau des opérateurs de soins est mis en œuvre par l'Agence régionale de santé (ARS) permettant la mobilisation accrue des trois secteurs de l'offre de soins : ES, établissements médico-sociaux, structures de soins de ville et professionnels de santé.

Au sein de chaque volet sont définis le rôle et les objectifs de prise en charge assignés par l'ARS à chaque structure de soins en fonction, notamment, de leur plateau technique permettant

de contractualiser une hiérarchisation fonctionnelle des ES pour les situations de crise: première ligne, deuxième ligne et troisième ligne.

Les patients sont ainsi orientés prioritairement vers les ES « première ligne » pour le risque considéré, plus particulièrement vers les ES« experts » pour les prises en charge spécialisées. Les ES « deuxième ligne » sont susceptibles d’être mobilisés pour élargir l’offre de soins en cas de risque de saturation des établissements de première ligne et de prendre en charge secondairement des patients transférés depuis un autre établissement. Les ES « troisième ligne » peuvent être mobilisés par l’ARS en tant que besoin pour accueillir des patients issus des établissements de première et de seconde ligne afin d’y libérer des places

Les parcours de soins sont sécurisés autour d’ES de référence désigné présentant des ressources et compétences en conformité avec un cahier des charges relatif à chaque module de risque ORSAN:

- les ES de Référence Régionaux (ESR-R) qui disposent de plateaux techniques hautement spécialisés, animent le réseau régional d’expertise et de compétence en lien avec l’ARS, favorisent la sensibilisation et la formation aux risques ORSAN en lien avec les objectifs de résilience du Projet Régional de santé
- les ES de Référence Nationaux (ESR-N) qui développent une compétence nationale pour les prises en charge hautement spécialisées, (patients atteints d’infections REB liées à un agent de groupe 4)
- une équipe nationale REB d’alerte pour le transfert d’un patient hautement contagieux vers un ESR-N
- une coopération DGS / SSA spécifique à certaines thématiques REB

Les ARS de zone voient leurs missions recentrées sur les **renforts humains et logistiques** dans le cadre du plan zonal de mobilisation des ressources sanitaires. Le rôle du préfet est renforcé dans le cadre des **interactions avec le dispositif d’organisation de la réponse de sécurité civile** (ORSEC). Enfin, un dispositif national d’aide aux régions impactées est mis en place pour certaines filières telles que le REB, en particulier en outre-mer (ORSAN DOM).

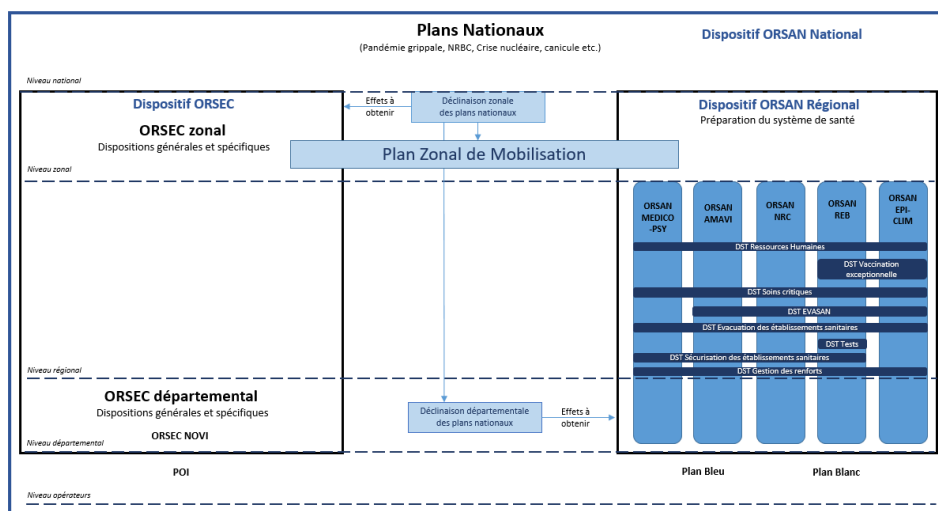


Figure 5: Plan ORSAN

ORSAN REB constitue le volet sanitaire des plans d'intervention pour la gestion des urgences sanitaires. Il intègre la déclinaison territoriale des différents plans nationaux (plan gouvernemental NRBC pour le risque « biologique », plans et guides spécifiques à la thématique biologique). Il définit l'organisation de la réponse du système de santé face à l'émergence d'un ou de plusieurs cas de maladie infectieuse potentiellement épidémique ou liée à un agent de la menace biologique. Il s'agit notamment d'assurer la prise en charge des patients atteints de pathologies hautement contagieuses et/ou graves ou liées à des agents du bioterrorisme à potentiel épidémique, en assurant la protection des ES, des professionnels de santé et de nos concitoyens.

L'objectif recherché est de retarder l'introduction d'un agent infectieux potentiellement émergent, limiter leur propagation en :

- Identifiant rapidement cas et contacts selon une procédure préétablie (tri, prise en charge sécurisée et confirmation diagnostique) ;
- Mettant en œuvre les mesures de prise en charge médicale éventuelles pour les personnes malades et les sujets contacts ou co-exposés ;
- Limitant le risque de transmission au personnel soignant et aux autres patients hospitalisés par la mise en œuvre de mesures barrières et d'isolements.

Le secteur hospitalier et le SAMU doivent être prévenu dès le début de l'émergence des premiers cas, pour en assurer la détection précoce, mise en œuvre de l'isolement. L'ARS organise dans le cadre du volet REB du dispositif ORSAN, la prise en charge des patients suspects ou atteints de pathologies hautement contagieuses à transmission aérienne ou à transmission par contact avec les liquides biologiques, ou liées à des agents du bioterrorisme à potentiel épidémique dans les ES les mieux adaptés en tenant compte des critères cliniques et épidémiologiques (définition de cas) et des besoins de prise en charge spécifique (catégorisation fonctionnelle des ES de première, deuxième et troisième ligne). Dans la mesure du possible, la prise en charge doit être sécurisée dès le domicile grâce à la régulation médicale opérée par le SAMU et la classification du cas en lien avec l'ESR-R, l'ARS et le cas échéant, l'Agence Nationale de Santé Publique.

Tous les établissements doivent être en capacité d'accueillir des patients suspects « REB » se présentant spontanément et de mettre en œuvre des mesures d'isolement et de prise en charge immédiate.

Première ligne REB	- accueillir et détecter les cas suspects ; - mettre en œuvre les mesures barrières requises et assurer la prise en charge diagnostique et thérapeutique des cas confirmés (agents pathogènes de catégorie 1, 2, 3) - organiser le cas échéant le transfert du patient vers un établissement expert (en particulier pour la prise en charge de patients infectés par des agents de catégorie 4). - Organiser la prise en charge adaptée de patients contaminés en phase épidémique (mise en place de secteurs dédiés, etc.)
Deuxième ligne REB	- Accueillir et détecter les cas suspects non régulés - Mettre en œuvre des mesures d'isolement, y compris aux urgences - Prendre en charge les patients qui ne sont plus contagieux transférés depuis un autre établissement (de première ligne).
Troisième ligne REB	- Accueillir et détecter les cas suspects non régulés - Mettre en œuvre des mesures d'isolement, y compris aux urgences

Table 3: Lignes hospitalières REB

Chaque ES doit se doter d'un dispositif de crise (plan Blanc d'établissement). Le plan blanc intègre les orientations du dispositif ORSAN. [Le Guide de gestion des tensions hospitalières et SSE en établissement de santé](#) (DGOS-édition 2019, en cours révision 2023) propose une méthodologie et des outils permettant aux ES d'organiser la mobilisation interne des ressources et filières intra-hospitalières face à une SSE:

- Analyser des capacités de prise en charge pour le volet REB (détection et alerte , capacitaire hospitalisation, capacités d'isolement, niveau de sécurité des laboratoires et capacité d'identification des agents pathogène ou procédures de transfert des prélèvements, hygiène hospitalière, circuits intra hospitaliers et bio-nettoyage, procédures de prise en charge)
- recenser les moyens susceptibles d'être mobilisés
- inventaire et suivi des stocks d'équipements de protection individuels (EPI), dispositifs médicaux et produits pharmaceutiques
- déterminer les "effets à obtenir" selon les objectifs fixés dans ORSAN avec une réponse minimale attendue pour tout ES REB

Les outils génériques de réponse pour faire face à tout type de situation sont les suivants :

- Moyens humains mobilisables et rappel de personnels
- Déprogrammation d'activités et libération de lits
- Moyens matériels supplémentaires mobilisables : stocks constitués par l'établissement (fluides médicaux, brancards, produits pharmaceutiques, dispositifs médicaux, produits sanguins labiles, etc.) et stocks « tactiques » (PSM1, PSM2, PSM pédiatrique, UMDH, respirateurs, tenues de décontamination)
- Gestion des flux de patients : triage des patients, transfert de patients
- Évacuation, confinement et sécurisation de l'établissement.

Dans les ES identifiés comme étant de « première ligne » et dans le cadre du dispositif ORSAN REB un **Directeur Médical de Crise (DMC)** doit être identifié et formé. Il paraît judicieux de disposer d'un DMC « infectiologue » qui en dehors des périodes de gestion des SSE, participera avec l'équipe projet SSE de l'établissement aux actions de préparation et de planification de la réponse hospitalière.

3.2. Organisation de la veille sanitaire

Le premier niveau de réception et d'analyse des alertes est l'ARS (cellule de veille d'alerte et de gestion sanitaire). Santé publique France assure la coordination et la cohérence du système de surveillance, de veille et d'alerte et intervient activement dans la détection et l'analyse de signaux aux niveaux régional (cellules d'intervention en région - Cire) et national.

Les alertes émises vers le ministère chargé de la santé, les agences sanitaires et les directions centrales ministérielles sont relayées vers la Direction générale de la santé pour coordonner la réponse. Cette fonction de réception des alertes et de coordination revient au **Centre Opérationnel de Réception et de Réponse aux Urgences Sanitaires et Sociales** (CORRUSS) qui assure la diffusion de l'alerte (Message d'Alerte Rapide Sanitaire) aux ES et SAMU, le pilotage des actions du secteur sanitaire et coordination de la gestion de crise.

Par ailleurs, le CORRUSS, émet des informations sur l'état des connaissances des situations d'urgence sanitaire survenant sur le territoire national pouvant impacter les activités, et des recommandations en matière de prise en charge. Ces messages prenant la forme de « **DGS-Urgent** » sont diffusés à l'ensemble des professionnels de santé libéraux ou salariés inscrits au conseil de l'ordre compétent, [inscrits sur la liste de diffusion « DGS-Urgent »](#).

3.3. Les « partenaires » du réseau REB

La [mission nationale de Coordination opérationnelle du Risque Epidémique et Biologique](#) (COREB) a pour objectif de préparer et d'accompagner les acteurs de la prise en charge clinique, à chaque étape du parcours du « patient REB »

La **mission COREB nationale** :

- Accompagne les acteurs de la prise en charge clinique : actions d'animation de réseau, des formations et des outils pratiques à destination des formateurs REB
- partage l'expertise REB entre professionnels, institutions et autorités sanitaires en produisant des procédures et des référentiels, en évaluant leur opérationnalité sur le terrain, en participant à des projets de recherche et des réseaux internationaux
- soutient les cliniciens et soignants lors de situations d'alerte REB, de tension ou en SSE, par le dialogue et le partage d'expérience
- développer les fonctions support afférentes à ces activités : site web, annuaire, newsletter

La mission COREB nationale développe trois principaux thèmes d'activité :

- la formation des professionnels des ESR
- la rédaction de procédures génériques pour les acteurs de terrain
- la rédaction de référentiels techniques tel que le cahier des charges des **ESR**.

L'Agence Nationale de Santé Publique ou Santé publique France (SpF), s'appuie sur un réseau de Centres Nationaux de Référence pour la lutte contre les maladies transmissibles. SpF diffuse sur son site les fiches descriptives des maladies sous surveillance ou à déclaration obligatoire, en situation de risque sanitaire REB, les critères d'identification des cas et de déclaration sont des éléments indispensables au dépistage et classement des cas.

Le réseau national des laboratoires « BIOTOX- PIRATOX » est constitué de laboratoires développant les capacités analytiques adaptées pour fournir aux autorités les éléments d'évaluation du risque nécessaires à la prise de décision, en cas de survenue, suspecté ou avéré, d'un acte malveillant ou terroriste d'origine chimique ou **biologique**.

Ce réseau est structuré autour de deux sous-ensembles : le pôle « urgence » pouvant être mobilisés 24 heures sur 24 / 7 jours sur 7 et le pôle « signalements suspects » dans les heures ouvrables de fonctionnement et pouvant intervenir en renfort du premier. La base de données du réseau est gérée par la cellule nationale de conseil (CNC).

3.4. Organisation du réseau de soins et prise en charge REB

Les enjeux de la prise en charge des patients présentant un risque épidémique et biologique sont **contradictoires**. Le système de santé doit soigner le patient suspect en limitant toute perte de chance par une orientation adaptée précoce et dans un même temps sécuriser la filière de soins en dépistant pour isoler et limiter le risque de diffusion d'une éventuelle contagion.

La gestion des patients REB nécessite donc une **anticipation** d'un parcours de soins coordonnés, s'organisant autour d'**une prise en charge « générique »** connue de tous et dont la **gradation permet une continuité** entre le risque infectieux courant et le REB.

Cela nécessite une approche multidisciplinaire qui va réunir:

- un ES en capacité de « recevoir » (urgences, SMIT, laboratoire agréé, réanimation, circuit identifié ...)
- une adhésion des professionnels de la structure (protocole générique limitant les procédures multiples, cadre d'accueil sécurisé, gestion du risque infectieux ...)
- un pragmatisme (éviter les transferts itératifs vers les ESR)
- un cadre de formation (aux procédures, au EPI, exercices / Retex ...)

L'identification des différents points « d'entrée » du patient REB permet d'anticiper des processus partagés entre les acteurs de cette prise en charge:

- Détection et régulation médicale d'un cas suspect
- Détection et prise en charge d'un cas suspect au SAU
- Transfert d'un cas possible vers le SMIT ou la réanimation
- Prise en charge ou transfert d'un cas confirmé

La [procédure générique standardisée du COREB](#) permet à tout soignant de première ligne de s'inscrire dans une démarche d'accueil standardisée des patients focalisée sur 5 étapes et dix points clés permettant un parcours sécurisé coordonné par de nombreux acteurs et soutenu par un réseau d'experts. L'identification des acteurs de l'expertise REB est un point essentiel de la filière de prise en charge car le classement du patient conditionne l'organisation du parcours de soins.

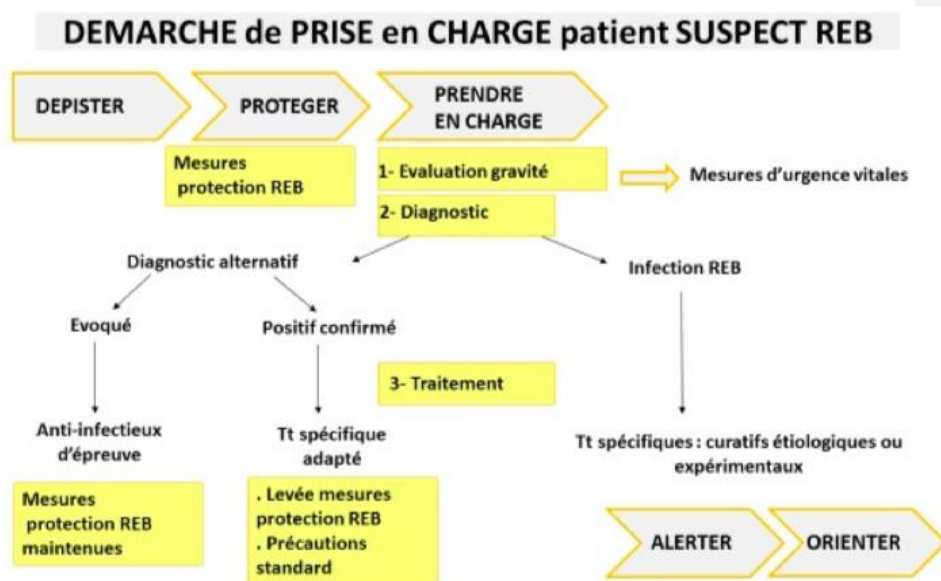


Figure 6 Démarche de Prise en charge de patient suspect REB

Le patient dépisté fait l'objet d'une concertation entre le médecin de première ligne et une triade d'expertise (médecin régulateur du SAMU, infectiologue de l'ES, ARS). Cette concertation vise à classer le patient suspect en cas possible ou cas exclu, pour éviter toute perte de chance en cas de diagnostic alternatif méconnu. Il est souligné la difficulté du classement au stade précoce de la prise en charge, nécessitant la réévaluation fréquente, (possibilité de marche arrière).

Au terme de cette première concertation :

- le « cas exclu » : circuit de soins classique.
- le patient suspect devient un « cas possible » organiser son transport et sa prise en charge dans un ES habilité, si besoin par un transport sécurisé organisé par le SAMU (vecteur adapté, personnel protégé, bio-nettoyage ...).

4. Régulation médicale et prise charge préhospitalière

4.1. Régulation médicale et MIE

Les SAMU constituent une interface privilégiée de **dépistage** d'un cas suspect REB au sein de la population. En facilitant la **convergences des acteurs de l'expertise REB** au sein d'un processus de discussion commune, les SAMU participent à l'**orientation adaptée** du

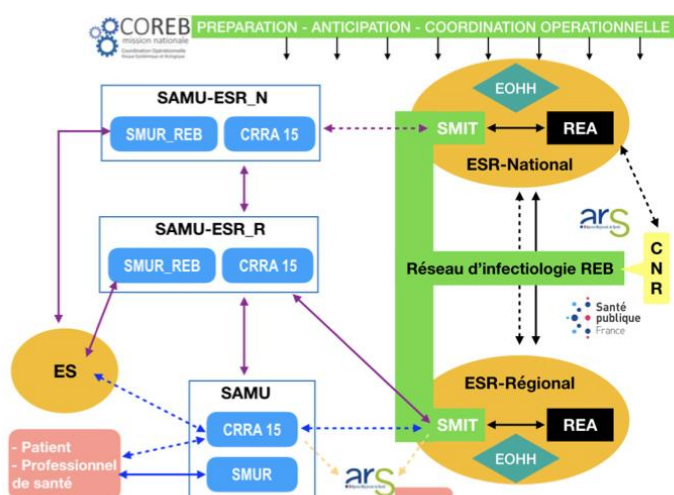


Figure 7 : Articulation du réseau REB

patient cas possible dans un **parcours de soin** respectant sa **prise en charge médicale**, la **protection des intervenants** et un transport **limitant le risque de contagion**.

DEPISTER

N1 / Appels entrants = identifier le(s) patient(s) présentant des critères REB nécessitant une expertise médicale

Le SAMU est à la fois professionnel de santé de première ligne à l'écoute des patients et expert pour les soignants de première ligne pré-hospitaliers.

- détection précoce des premiers cas
- orientation des patients REB dans des circuits dédiés
- réduction la charge du système de santé par la mise en place d'une réponse téléphonique adaptée aux parcours de soins, à l'information des patients et au flux des appels

L'enjeu majeur en situation épidémique réside dans la gestion des flux saturants d'appels pour garantir la continuité de la prise en charge des urgences vitales. Les RETEX des pandémies grippale et COVID-19 montrent l'intérêt de mettre en oeuvre des outils numériques facilitant la gestion des patients, la traçabilité et la coordination des EVASAN ou transferts inter-hospitaliers (portail Si-Samu). (44) Pendant le COVID, les SAMU ont été confrontés à 2 pics d'appels : 1^{er} pic pour des patients pauci-symptomatiques ou asymptomatiques (conseil téléphonique dans l'immense majorité des cas) et un 2^{ème} pic sept à dix jours plus tard pour des patients graves nécessitant l'envoi de moyens de secours au domicile.

Veille des messageries

- MARS en provenance du CORRUSS
- Veille des procédures du réseau régional d'expertise REB (ESR_R)
- Définir les critères pour dépister une situation REB

Dépister l'urgence vitale

Patient suspect = Symptomatologie compatible + Exposition compatible
(critères épidémiologiques d'exposition, délai d'incubation)

Identifier le patient suspect REB

Assistants de Régulation Médicale (ARM)

- l'ARM est le premier maillon de la chaîne de dépistage, formation aux questions stop
- les critères de définition de cas suspect de SpF sont volontairement transposés dans des scripts favorisant le sur-triage en front office (décroché N1)
- l'appelant peut être un patient, un témoin ou un professionnel de santé

Orientation de l'appel par l'ARM

- orientation vers un MRU si signes de gravité
- orientation vers une cellule d'appui et d'expertise en situation épidémique (N2 / mode S@S). Cette CAE armée par du personnel spécifiquement formé aux messages à diffuser et conduites à tenir adaptées à la situation REB permet d'isoler le flux des appels pour ne pas saturer le bateau de régulation médical « courant ».

CONVERGENCE DES EXPERTISES / 1

Aboutir au classement du patient

Classement cas suspect

- Classement effectué par le MRU (critères d'identification de cas de SpF /DGS°
- utilisation d'un document d'aide au classement lorsque disponible
- décision d'envoi d'une équipe SMUR si gravité
- décision éventuelle d'envoi d'un moyen permettant un bilan ambulancier si impossibilité d'effectuer le classement avec les éléments de l'interrogatoire téléphonique
- le cas est exclu ou suspect

Classement cas possible

- le MRU appelle l'infectiologue de son réseau REB local (liste d'astreinte d'infectiologie REB)
- le MRU apporte les éléments cliniques et épidémiologiques utiles à l'infectiologue ; mise en conférence si nécessaire avec l'appelant pour compléter l'analyse (infectiologue et ARS dans le cadre de l'expertise REB de territoire)
- le cas est exclu ou possible

- qui déclare à l'ARS le cas possible ?

Appel d'un patient

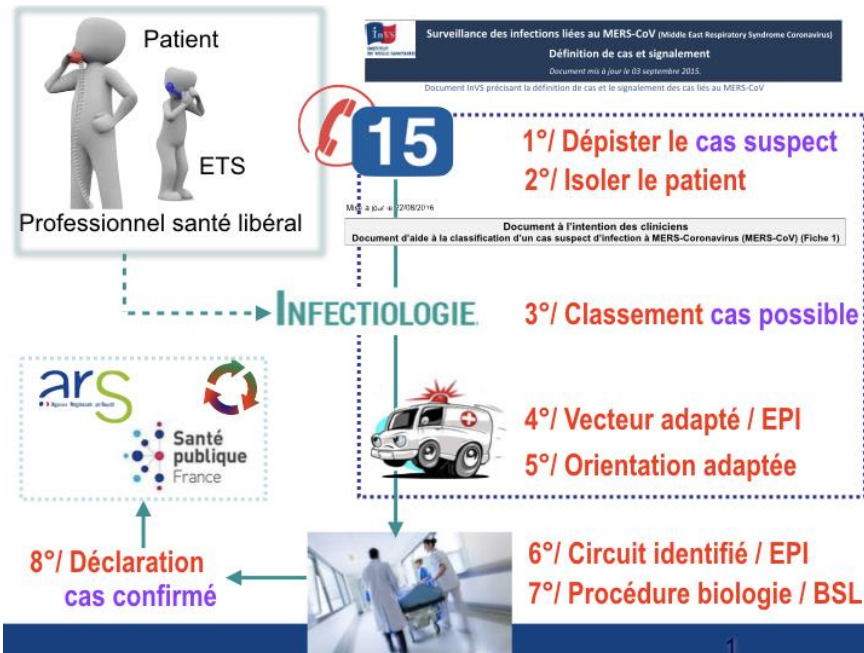


Figure 8: Classement d'un patient REB

- consignes de confinement du patient à domicile en attendant l'expertise / consignes aux proches
- port des EPI adaptés si disponibles (masque...) et consignes d'hygiène (mains ...)
- Appel d'un professionnel de santé extra-hospitalier
- consigne de confinement du patient dans une pièce isolée
- consignes aux professionnels concernant le port d'EPI adaptés au pathogène suspecté et limitation des contacts

PROTEGER

Protéger les intervenants et limiter la diffusion du pathogène

Appel d'un professionnel de santé intra-hospitalier

Commenté [1]:

SAMU non, infectiologue ? Medecin de première ligne ? / discuter avec fiche Infectiologue

- s'assurer de l'isolement du patient, mise en place des consignes de port des EPI, limitation des contacts personnels d'intervention pré-hospitaliers
- consignes aux ambulanciers concernant les EPI et le bio nettoyage
- départ équipe SMUR avec EPI adaptés, procédures d'accès aux établissements de santé (circuit court identifié et sécurisé ..)

Le patient cas possible doit bénéficier d'un circuit court / entrée directe dans un service

CONVERGENCE DES EXPERTISES / 2

Aboutir à l'orientation du patient

Discussion avec Infectiologue et réanimateur

- selon critères de gravité, avis incertains/réa => orientation conforme dans filière habilités REF (listes ARS)

Conduite opérationnelle du TRANSPORT

Prise en charge médicale , protection des intervenants, circuit adapté limitant la diffusion

- Le transport des patients cas possible ou confirmés REB relève du SAMU
- circuits dans les ES : identifiés, connus des ambulanciers et SMUR
- les mesures de protection des véhicules, des matériels et des personnels sont connues
- les moyens de protection sont disponibles
- les SAMU non ESR disposent d'une procédure de territoire décrivant le transfert primaire ou secondaire d'un patient vers cet ESR
- le transfert d'un patient suspect d'infection par agent pathogène de niveau 4 relève des recommandations nationales.
- modules de transport des patient hautement contagieux pour les ESR

Certaines équipes régionales ont déjà mis en place cet « SOS infectiologue » où c'est le *triumvirat* médecin de terrain/médecin régulateur/infectiologue qui décide conjointement de la conduite à tenir et de l'orientation du patient dans la chaîne de soins (43).

Commenté [2]:

Recommandations à venir dans le cadre de la nouvelle organisation des ESR-N (nationaux) et ESR-R (r régionaux) habilités dans chaque module ORSAN
Attente texte DGS

4.2. Les différents moyens de protection envisageables

4.2.1. Généralités

Le choix des EPI pour se protéger des risques de transmission des agents infectieux dépend de l'évaluation des risques : pathogénicité des agents biologiques, mode de transmission et conditions d'exposition. Les EPI, qui sont à usage unique (sauf cas particulier comme les écrans faciaux qui devront être désinfectés après chaque utilisation) sont destinés à protéger la peau et les muqueuses des liquides biologiques hautement contaminants. Une gamme de tailles de chaque EPI doit être disponible afin de pouvoir s'adapter à la morphologie de chaque soignant.

La norme européenne EN 14126 définissant les vêtements de protection contre les risques infectieux prend en considération des exigences concernant le vêtement (coté de 1 à 6 selon qu'il protège contre les gaz, les pulvérisations, les gouttelettes...) mais également concernant la résistance du matériau, en particulier à la pénétration des agents infectieux (reconnu par l'ajout de la lettre B derrière le numéro du type de vêtement).

Type de vêtements	Protection
1a-B / 1b-B / 1c-B	Protection complète contre les produits liquides et gazeux. Tenue étanche au gaz
2-B	Protection complète contre les produits liquides et gazeux. Tenue non étanche au gaz, alimentée en air respirable assurant une sur-pression.
3-B	Protection contre les liquides sous pression (jet de liquide, projection violente)
4-B	Protection contre les aérosols liquides (pulvérisation de liquides)
5-B	Protection contre les particules solides en suspension dans l'air
6-B	Protection limitée contre les éclaboussures de produits liquides

Table 4: types de vêtements de protection contre les agents infectieux selon la norme EN 14126

4.2.2. Composition de la tenue de protection (45)

♦ Combinaison

Les combinaisons types 3-B et 4-B peuvent être utilisées pour se protéger contre les liquides biologiques. La 3-B assure une protection optimale mais n'est pas respirante et entraîne un inconfort thermique assez rapide. A contrario, la tenue 4-B, perméable à la vapeur offre une

protection moindre mais est plus souple et plus confortable permettant un port de celle-ci prolongé. Le choix entre les combinaisons dépend du statut du cas, du caractère excréteur ou pas du patient et du type de soin à effectuer. Ainsi le port d'une tenue 3-B, qui offre une protection optimale, est recommandée dans les situations les plus exposantes telle la réalisation de soins à une personne excrétrice. La tenue 4-B sera envisagée pour la prise en charge d'un patient non excréteur ou pour un agent biologique non transmissible par contact par exemple. Un tablier et des manchettes imperméables pourront toujours être associés à une tenue 4-B pour protéger les zones les plus exposées.

♦ *Tablier*

Le port d'un tablier imperméable permet de couvrir les zones les plus exposées lors de l'utilisation d'une tenue de type 4-B voire de type 3-B pour diminuer le risque lors du déshabillage en cas de soins particulièrement exposant.



Figure 9: éléments d'une tenue de protection

Crédits photo : INRS

♦ *Surbottes et surchaussures*

Elles s'utilisent en complément de la combinaison. En l'absence de surchaussures intégrées à la combinaison, le soignant devra revêtir une paire de surbottes et une paire de surchaussures par-dessus. Dans le cas où les surchaussures sont intégrées à la combinaison, le soignant complètera sa tenue par une paire de surchaussures seule.



Figure 10: Surbottes des tenues REB

Crédits photo : INRS

♦ *Gants*

Les gants en nitrile doivent être privilégiés. Le port d'une double paire de gants est recommandé (la taille de gants du dessus doit être supérieure à celle du dessous pour faciliter habillage et déshabillage). En l'absence de nécessité de réalisation de gestes fins, il est envisageable que la paire de gants du dessus soit une paire de gants résistante aux liquides type « gants de ménage » car plus résistants et limitant ainsi le risque de devoir changer de gants dans la chambre. Enfin il n'est pas recommandé de fixer les gants avec du ruban adhésif sur la combinaison car cela empêcherait un changement rapide en cas de nécessité et compliquerait le déshabillage.

♦ *Appareils de protection respiratoire (APR)*

Les appareils ou masques de protection respiratoire de type FFP2 et FFP3 protègent contre l'inhalation d'agents infectieux transmissibles par voie respiratoire et protègent la bouche et le nez contre les projections de liquide. En présence d'agents infectieux hautement pathogènes, y compris en l'absence de risque de transmission par voie respiratoire avérée, un masque de type FFP2 sera préféré au masque chirurgical car il permet un meilleur ajustement au visage limitant ainsi le risque de contamination des muqueuses du nez et de la bouche. Le port du masque FFP3 sera essentiellement réservé aux situations susceptibles de mettre en suspension des aérosols comme l'intubation oro-trachéale, la réalisation d'aspirations... Enfin face à un agent infectieux

hautement transmissible par voie respiratoire, un appareil de protection respiratoire à ventilation assistée peut être utilisé. Il permet une protection respiratoire efficace, confortable tout en protégeant l'ensemble du visage.

♦ Protection oculaire

Les muqueuses oculaires peuvent être protégées par des lunettes-masques/écrans faciaux. Ces derniers sont particulièrement intéressants lors de la réalisation de soins exposants. Les lunettes-masques peuvent être portées au-dessus ou au-dessous de la capuche de la combinaison, le masque facial devant être lui systématiquement porté au-dessus de la capuche. L'intérêt du port sous la capuche est la protection des yeux au cours du déshabillage en cas de projections lors du retrait de la combinaison. Néanmoins certaines équipes, par soucis de clarification et de simplification, préconisent de porter les protections oculaires systématiquement au-dessus de la capuche.



Figure 11: Protection du Chef de la tenue REB

Crédits photo : INRS

♦ Cagoule de protection

Le port d'une cagoule, chirurgicale ou couvrant les épaules, permet d'éviter la contamination de la tête au cours du retrait de la capuche de la combinaison.



Figure 12: Caboule et tenue REB

Crédits photo : INRS

Le choix final des EPI est bien réalisé en fonction **de la pathogénicité** des agents infectieux et des conditions d'**exposition** mais ne prend pas en compte la **dangerosité** des agents infectieux.

4.2.3. Quelle tenue pour quel agent infectieux ?

Quel que soit l'agent infectieux, il est nécessaire d'isoler au plus tôt le patient suspect dans une pièce, qui sera au mieux aérée, et de lui demander de se frictionner les mains avec une solution hydro-alcoolique (SHA) et de mettre un masque chirurgical. En l'absence de nécessité de soins, une certaine distanciation (2 mètres) permettra de diminuer encore plus le risque d'infection de l'équipe soignante.

♦ *Agent émergent inconnu*(47)

L'émergence d'un nouvel agent infectieux implique par définition une connaissance initiale limitée des modes de transmission de celui-ci. Ainsi, il est impossible d'établir à l'avance, pour une pathologie encore inconnue, un type de protection particulier. Cependant le principe de précaution maximale prévaut et amène donc à être particulièrement prudent. La prise en charge se calquera au départ sur celle d'un agent grave et hautement contagieux par voie respiratoire et contact et sera ensuite adapté en fonction des connaissances acquises au fur et à mesure. Face à un patient suspect REB sans orientation étiologique précise il est donc recommandé pour le soignant amené à prendre en charge le patient de revêtir :

- un APR de type FFP2
- une sur-blouse et un tablier plastique (ou une casaque imperméable)
- des lunettes de protection
- une paire de gants nitrile

♦ *Virus de la grippe(48)*

Précautions de type « **gouttelettes** » :

- un masque chirurgical
- un APR de type FFP2 lors de gestes ou activités invasifs (fibroscopie, aspirations bronchiques, kinésithérapie respiratoire...)

♦ *Coronavirus(49,50)*

Le SRAS, le MERS et la COVID-19 sont trois maladies du XXI^{ème} siècle qui ont été provoquées par des virus appartenant à la famille des *Coronaviridae*. Leur transmission se fait par voie aéroportée par la diffusion d'un continuum de particules infectées de différentes tailles (des gouttelettes respiratoires de grande taille (6-100 µm) jusqu'à l'**aérosol** de microparticules ($\leq 2-5$ µm)) ainsi que par voie manuportée.

- un APR de type FFP2
- une surblouse et un tablier plastique pour tout soin souillant ou générant des aérosols
- des lunettes de protection
- une paire de gants nitrile

♦ *Monkeypox (51)*

Le Monkeypox est un virus apparenté à la variole (*orthopoxvirus / poxviridae*) couramment appelé « variole du singe » qui est apparu en mai 2022 en dehors des foyers épidémiques habituels africains : protection « air-contact »:

- un APR de type FFP2
- une surblouse et tablier plastique pour tout soin souillant ou générant des aérosols (ou au mieux casaque imperméable)
- des lunettes de protection
- une paire de gants nitrile

♦ *Fièvres hémorragiques virales type Filovirus (Ebola) (52)*

Le virus Ebola se transmet par contact avec le sang ou les fluides biologiques (selles, vomissements, urines, sueur, sperme, sécrétions vaginales, larmes, salive, lait maternel) d'un patient symptomatique. Les modes de transmission sont de type contact avec des muqueuses ou une peau lésée. La capacité à pénétrer la peau saine ne peut pas être totalement exclue (très improbable). À ce jour, aucune transmission interhumaine aéroportée du virus Ebola n'a jamais été démontrée. Cependant, une aérosolisation des liquides biologiques contaminés suivie d'un contact avec les muqueuses buccales, nasales ou oculaires doit être prise en compte dans l'analyse de risques. L'homme peut enfin également se contaminer indirectement par contact :

- avec un objet contaminé par du virus Ebola viable, provenant de l'environnement du patient (communautaire ou lors de la prise en charge médicale) ou une surface contaminée ;
- avec des effluents ou des déchets issus de la prise en charge du patient ;
- ou lors des rites funéraires.

Ainsi, il est recommandé pour le soignant amené à prendre en charge ce type de patient de revêtir :

- un APR de type FFP2
- un pyjama à usage unique
- une combinaison intégrale à usage unique au minimum de type 4B
- une cagoule
- 2 paires de gants en nitrile dont une paire à manchettes longues
- des lunettes-masques ou visière
- des surbottes antidérapantes

4.2.4. Procédures d'habillage

L'habillage doit être réalisé dans une zone considérée comme propre (au mieux un « sas » dédié), avant de rentrer dans la pièce où se trouve le patient suspect REB et doit être fait sous la supervision d'un collègue. La présence d'un miroir et d'un siège facilite celui-ci. L'ordre de l'habillage peut varier selon les structures (protection oculaire mise sur ou sous la capuche/charlotte). Quel que soit l'ordre envisagé, le soignant habillé devra parfaitement ajuster son

masque et le contrôler (*fit-check*). Pour exemple, la procédure d'habillage pour la prise en charge d'un patient infecté par le Sars-CoV-2 pourra être faite dans l'ordre suivant (53):

- charlotte
- APR (avec réalisation d'un *fit-check*)
- friction des mains avec une SHA
- protection oculaire
- surblouse
- tablier
- gants

4.2.5. Procédures de déshabillage (54)

Tout comme l'habillage, le déshabillage doit être réalisé sous la supervision d'un collègue. Il se déroule en deux temps, le 1^{er} dans la pièce où est située le patient et le 2nd dans une pièce « propre ». Plusieurs procédures peuvent être envisagées pour le déshabillage, pourvu qu'elles tiennent compte des points critiques ci-après :

- Dans la chambre, près de la porte de sortie, retirer tablier, surchaussures et la 1^{ère} paire de gants.
- Une fois sorti de la pièce où se trouve la victime, mettre une nouvelle paire de gants, au-dessus de la paire de gants restante.
- Lors de l'ouverture de la combinaison : risque d'éclaboussures au visage (d'autant plus s'il n'y avait pas de tablier). Si les lunettes sont portées sous la capuche, elles protègent les yeux lors du retrait de la combinaison. Dans le cas où les lunettes sont portées sur la capuche, le soignant devra être particulièrement vigilant à cette étape car les yeux ne seront pas protégés.
- Lors du retrait de la combinaison : risque de contact de la partie extérieure des manches de la combinaison avec la tenue de dessous, notamment au passage des épaules : ne pas croiser les bras vers l'avant une fois la combinaison ouverte.
- Lors du retrait de l'APR FFP2, : risque de toucher le visage et de faire tomber les lunettes de vue : le retrait par l'arrière en saisissant les élastiques (avec les mains nues) semble plus sûr que le retrait par l'avant (avec les mains gantées).

Exemple (55) :

ANNEXE :

EXEMPLE DE PROCÉDURE POUR LE DÉSHABILLAGE

Dans cet exemple, le soignant porte une tenue composée d'une combinaison à surchaussures intégrées, de surchaussures, d'un tablier, de deux paires de gants superposés, d'un écran facial porté au-dessus de la capuche, d'une cagoule chirurgicale sous la capuche, d'un masque FFP2.

Les différentes étapes du déshabillage peuvent se dérouler de la façon décrite ci-dessous.

- Dans la chambre, près de la porte d'accès au sas de sortie, retirer ① tablier, ② surchaussures et ③ première paire de gants. La technique de retrait des gants doit être parfaitement adaptée et maîtrisée pour éviter toute contamination.
- Dans le sas, en zone « sale », en utilisant le miroir pour des gestes plus précis :
 - ④ mettre une nouvelle paire de gants, au-dessus de la paire de gants restante ;
 - ⑤ saisir l'écran facial ou les lunettes-masque à l'arrière de la tête par le serre-tête, pour les retirer de l'arrière vers l'avant ;
 - ⑥ ouvrir la combinaison puis retirer la capuche en la soulevant et la tirant vers l'arrière ;
 - ⑦ écarter les pans de la combinaison puis dégager les deux épaules en même temps en tirant sur l'arrière de la combinaison, sans croiser les bras devant ;
 - ⑧ faire descendre la combinaison par l'arrière jusqu'en dessous des fesses, en retournant la face intérieure sur la face extérieure ;
 - ⑨ retirer les manches en les retournant ; à la fin de cette étape, les gants du dessus sont entraînés avec les manches, à condition qu'ils aient été au préalable décollés au niveau des doigts ;
 - ⑩ s'asseoir pour retirer une par une les jambes de la combinaison et les surbottes, en ne touchant que la face intérieure. Poser un pied après l'autre dans la zone « propre ».
- Dans le sas en zone « propre » :
 - ⑪ retirer les gants puis faire une friction hydro-alcoolique (FHA) ;
 - ⑫ saisir la cagoule à l'arrière de la tête et la retirer vers l'avant ;
 - ⑬ retirer le FFP2 par l'arrière en le saisissant par les élastiques puis faire une FHA.



Figure 13: déshabillage 1/3



Figure 14: désabillage 2/3

SAS ZONE «SALE»

8



Faire descendre la combinaison.

9



Retirer les manches.
Noter que les gants du dessus
sont enlevés en même temps.

10



Retirer les jambes de
la combinaison et les surbottes.

11



Retirer les gants
puis faire une FHA.

12



Retirer la cagoule.

13



Retirer le masque FFP2
puis faire une FHA.

16

SAS ZONE «PROPRE»



Figure 15: Déshabillage 3/3

4.3. Transport

Le transport préhospitalier d'un patient suspect REB doit se faire dans un véhicule dédié. L'objectif d'aménager le véhicule est de faciliter sa décontamination et d'éviter tout risque de transfert à l'extérieur de la cellule. Pour cela, il est préconisé de réduire les surfaces exposées de la cellule et d'obturer les zones d'échanges avec l'extérieur.

4.3.1. Systèmes d'isolement

Lors de la crise Covid-19, certaines équipes ont développé des bulles de confinement pour les patients suspects d'infection à SARS-CoV-2. Il s'agit d'une bulle hermétique en aspiration filtrée portable (SAMU 38 et l'université Grenoble-Alpes) afin de restreindre la dispersion des flux respiratoires des patients. Elle permet un isolement tout au long de sa prise en charge, y compris lors des transports (ambulance, transport en hélicoptère) tout en permettant la poursuite des soins (56). En cas de transport de patient suspect d'infection à une fièvre hémorragique virale, celui-ci pourra même être transporté dans un caisson de transport en milieu protégé, « sarcophage » (57). Il s'agit d'une cellule d'isolement du malade à pression négative. Certains systèmes permettent de réaliser l'ensemble des gestes de soins et de surveillance alors que le patient est isolé dans son caisson de transport au moyen de points d'entrée selon le principe des boîtes à gants de laboratoire.

4.3.2. Vecteurs

La crise Covid-19 a permis de démultiplier les possibilités de transport de patients atteints de maladies infectieuses jamais imaginées auparavant y compris pour des patients graves et en nombre. Par exemple, afin de mobiliser moins de personnels et de transporter plus de patients d'un point à un autre pour un temps de transport relativement court, le SAMU 92 de l'hôpital Raymond Poincaré de Garches a aménagé un bus en unité mobile hospitalière lui permettant de transporter simultanément 6 patients intubés-ventilés. Au cours de cette crise, en France, les patients ont pu être transférés de zones à haute circulation virale vers des zones à faible circulation, où les ressources réanimatoires étaient non saturées par voie hélicoptérée (58), par voies aérienne (59) et maritime (60) collectives et même par voie ferrée au cours de l'opération Chardon (61). L'utilisation de ces « nouveaux » moyens de transport nécessite entre autres choses une coopération bienveillante et solidaire entre partenaires publics (hospitalier,

militaire...) et privés et une anticipation logistique matérielle (EPI, bouteilles d'O₂...) et humaine.

5. Conséquences sociétales d'une maladie infectieuse émergente

Une maladie infectieuse émergente est par définition synonyme de déficit de connaissances et d'importante source d'incertitudes. En effet l'évolution des connaissances, à mesure que l'on en accumule de nouvelles, peut amener à **modifier des paradigmes** mettant en exergue le caractère incertain de toutes les théories scientifiques dans la mesure où elles peuvent être réfutées à chaque instant. Il faut ainsi considérer que **la vérité scientifique n'est pas immuable** mais évolutive et dépendante de nouvelles découvertes qui permettront peut-être de réfuter une théorie pourtant valable à un moment donné.

La récente crise de la Covid-19 nous a montré l'importance qu'avait la valeur scientifique de la connaissance représentant un enjeu majeur quant à l'acceptation et l'adhésion de la population générale. En l'absence de thérapeutiques efficaces, ce sont les recommandations comportementales édictées par les autorités de santé publique qui vont jouer un rôle majeur dans le contrôle et la prévention de l'infection.

En France, d'une manière générale la population a globalement bien respecté les politiques de santé publique mises en place par les institutions au cours de la crise Covid-19 (62). Les personnes de sexe masculin et les personnes les plus jeunes étaient celles qui avaient le plus tendance à ne pas suivre les recommandations. Une étude allemande retrouvait qu'au cours du premier confinement de juin 2020, les personnes les plus à même de respecter les recommandations de port du masque et de lavage des mains étaient les femmes, les personnes retraitées et les personnes issues de l'immigration tandis que les personnes âgées étaient celles qui avaient le plus tendance à respecter les règles de distanciation sociale (63).

Les soignants représentent une population particulière puisqu'elle est d'une part potentiellement plus à risque d'infection à cause du risque d'exposition répété à des personnes contaminées et d'autre part doit être particulièrement vigilante à ne pas transmettre une infection à un patient immunodéprimé. Au sein d'un service, il est nécessaire d'informer sur la nécessité du respect des recommandations de santé publique et de l'intérêt de la vaccination. Une partie de l'équipe soignante, restera néanmoins récalcitrante aux politiques de santé publique. Une étude qualitative italienne a tenté de déterminer les facteurs qui poussaient les

soignants (aide-soignants, infirmiers et médecins) d'un service d'onco-hématologie à ne pas se faire vacciner contre la Covid-19 (64). Les soignants qui étaient les moins enclin à se faire vacciner avaient une vision centrée sur les conséquences potentielles personnelles du vaccin : effets bénéfiques perçus comme peu importants, peur des effets secondaires, expérience négative des autres. A contrario, les personnes qui étaient favorables à la vaccination se focalisaient sur les effets bénéfiques de la vaccination pour la communauté : diminution du risque de contamination des personnes fragiles qu'elles soignaient, fin de la pandémie, protection de leur famille par diminution du risque de transmission. De manière intéressante, certains soignants ont changé d'avis en décidant de se faire vacciner alors qu'ils y étaient initialement opposés. Plusieurs éléments ont amené à ce changement de posture : les avis en faveur de la vaccination d'experts reconnus et l'exemple de la vaccination de médecins favorables à celle-ci ont rassuré sur les risques et les effets secondaires potentiels ou bien la discussion et le partage des idées avec des collègues soignants en leur faisant toucher du doigt l'intérêt qu'il y avait pour les patients dont ils avaient la charge. L'avis d'un collègue respecté semblait plus persuasif que les recommandations d'un chef de service ou d'un chef d'établissement.

On peut supposer que le fait d'attirer l'attention des soignants qui hésitent à se faire vacciner sur les risques auxquels d'autres personnes pourraient être confrontées plutôt que sur la protection contre la maladie pourrait être une des clés d'une meilleure adhésion à la campagne vaccinale.

BIBLIOGRAPHIE

1. Fagherazzi-Pagel H. Maladies émergentes et réémergentes chez l'homme : concepts, facteurs d'émergence, alertes, riposte et coopération mondiale. [Rapport de recherche] Institut de l'Information Scientifique et Technique (INIST-CNRS). 2008. HAL open science. 6 févr 2017;
2. Papa A. Emerging arboviruses of medical importance in the Mediterranean region. J Clin Virol Off Publ Pan Am Soc Clin Virol. juin 2019;115:5-10.
3. Clé M, Beck C, Salinas S, Lecollinet S, Gutierrez S, Van de Perre P, et al. Usutu virus: A new threat? Epidemiol Infect. janv 2019;147:e232.
4. Aznar E, Casas I, González Praetorius A, Ruano Ramos MJ, Pozo F, Sierra Moros MJ,

et al. Influenza A(H5N1) detection in two asymptomatic poultry farm workers in Spain, September to October 2022: suspected environmental contamination. *Euro Surveill Bull Eur Sur Mal Transm Eur Commun Dis Bull.* 2023;28(8):2300107.

5. Rubin DHF, Zingl FG, Leitner DR, Ternier R, Compere V, Marseille S, et al. Reemergence of Cholera in Haiti. *N Engl J Med.* 2022;387(25):2387-9.

6. Lefèvre S, Njamkepo E, Feldman S, Ruckly C, Carle I, Lejay-Collin M, et al. Rapid emergence of extensively drug-resistant *Shigella sonnei* in France. *Nat Commun.* 2023;14(1):462.

7. van Duin D, Paterson DL. Multidrug-Resistant Bacteria in the Community: An Update. *Infect Dis Clin North Am.* 2020;34(4):709-22.

8. Sevestre J, Diarra AZ, Oumarou HA, Durant J, Delaunay P, Parola P. Detection of emerging tick-borne disease agents in the Alpes-Maritimes region, southeastern France. *Ticks Tick-Borne Dis.* 2021;12(6):101800.

9. Bin Said I, Kouakou YI, Omorou R, Bienvenu AL, Ahmed K, Culleton R, et al. Systematic review of *Plasmodium knowlesi* in Indonesia: a risk of emergence in the context of capital relocation to Borneo? *Parasit Vectors.* 2022;15(1):258.

10. Wasakul V, Disratthakit A, Mayxay M, Chindavongsa K, Sengsavath V, Thuy-Nhien N, et al. Malaria outbreak in Laos driven by a selective sweep for *Plasmodium falciparum* kelch13 R539T mutants: a genetic epidemiology analysis. *Lancet Infect Dis.* 2023;23(5):568-77.

11. Houston S, Belga S, Buttenschoen K, Cooper R, Girgis S, Gottstein B, et al. Epidemiological and Clinical Characteristics of Alveolar Echinococcosis: An Emerging Infectious Disease in Alberta, Canada. *Am J Trop Med Hyg.* 2021;104(5):1863-9.

12. Chakrabarti A, Sood P. On the emergence, spread and resistance of *Candida auris*: host, pathogen and environmental tipping points. *J Med Microbiol.* 2021;70(3):001318.

13. Batista BG, Chaves MA de, Reginatto P, Saraiva OJ, Fuentefria AM. Human fusariosis: An emerging infection that is difficult to treat. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2020;53:e20200013.

14. Chala B, Hamde F. Emerging and Re-emerging Vector-Borne Infectious Diseases and the Challenges for Control: A Review. *Front Public Health.* 2021;9:715759.

15. Che D. [What are the determinants of viral outbreaks and is it possible to predict their emergence?]. *Presse Medicale Paris Fr* 1983. 2019;48(12):1528-35.
16. Liljepold K, Rocklöv J, Liu-Helmersson J, Sewe M, Semenza JC. More arboviral disease outbreaks in continental Europe due to the warming climate? *J Travel Med*. 2019;26(5):taz017.
17. Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *Lancet Lond Engl*. 2022;399(10325):629-55.
18. Paleiron N, Karkowski L, Bronstein AR, Amabile JC, Delarbre D, Mullot JU, et al. [The role of the pulmonologist in an armed conflict]. *Rev Mal Respir*. 2023;40(2):156-68.
19. Green MS, LeDuc J, Cohen D, Franz DR. Confronting the threat of bioterrorism: realities, challenges, and defensive strategies. *Lancet Infect Dis*. 2019;19(1):e2-13.
20. Health (US) NI of, Study BSC (2007) Understanding Emerging and Re-emerging Infectious Diseases. NIH Curric. Suppl. Ser. Internet.
21. Identifying Reservoirs of Infection: A Conceptual and Practical Challenge. *Emerg Infect Dis*. 2002;8(12):1468-73.
22. Chomel BB (2009) Zoonoses. *Encycl Microbiol* 820–829.
23. Langley G, Besser J, Iwamoto M, Lessa FC, Cronquist A, Skoff TH, et al. Effect of Culture-Independent Diagnostic Tests on Future Emerging Infections Program Surveillance. *Emerg Infect Dis* 2015;21(9):1582-8.
24. Ohst C, Saschenbrecker S, Stiba K, Steinhagen K, Probst C, Radzimski C, et al. Reliable Serological Testing for the Diagnosis of Emerging Infectious Diseases. *Adv Exp Med Biol*. 2018;1062:19-43.
25. Dong J, Ismail N, Walker DH. Molecular Testing in Emerging Infectious Diseases. *Diagn Mol Pathol* . 2017 2023];179-200.
26. Mori A, Pomari E, Deiana M, Perandin F, Caldrier S, Formenti F, et al. Molecular techniques for the genomic viral RNA detection of West Nile, Dengue, Zika and Chikungunya arboviruses: a narrative review. *Expert Rev Mol Diagn*. 2021;21(6):591-612.
27. Visseaux B, Le Hingrat Q, Collin G, Bouzid D, Lebourgeois S, Le Pluart D, et al. Evaluation of the QIAstat-Dx Respiratory SARS-CoV-2 Panel, the first rapid multiplex PCR

commercial assay for SARS-CoV-2 detection. J Clin Microbiol. 2020;

28. Azadeh N, Sakata KK, Brighton AM, Vikram HR, Grys TE. FilmArray Respiratory Panel Assay: Comparison of Nasopharyngeal Swabs and Bronchoalveolar Lavage Samples. J Clin Microbiol. 2015;53(12):3784-7.
29. Gosiewski T, Jurkiewicz-Badacz D, Sroka A, Brzychczy-Włoch M, Bulanda M. A novel, nested, multiplex, real-time PCR for detection of bacteria and fungi in blood. BMC Microbiol. juin 2014;14:144.
30. Schmidt J, Blessing F, Fimpler L, Wenzel F. Nanopore Sequencing in a Clinical Routine Laboratory: Challenges and Opportunities. Clin Lab. juin 2020;66(6).
31. Antoniol S, Fidouh N, Ghazali A, Ichou H, Bouzid D, Kenway P, et al. Diagnostic performances of the Xpert® Flu PCR test and the OSOM® immunochromatographic rapid test for influenza A and B virus among adult patients in the Emergency Department. J Clin Virol Off Publ Pan Am Soc Clin Virol. mars 2018;99-100:5-9.
32. Chen H, Liu K, Li Z, Wang P. Point of Care Testing for Infectious Diseases. Clin Chim Acta Int J Clin Chem 2019;493:138-47.
33. Dumkow LE, Worden LJ, Rao SN. Syndromic diagnostic testing: a new way to approach patient care in the treatment of infectious diseases. J Antimicrob Chemother 2021;76(Suppl 3):iii4-11.
34. Ministère de la Santé / Maladies infectieuses. Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-infectieuses/article/fievre-du-nil-occidental-ou-infection-par-le-virus-west-nile>
35. Agence Nationale de Santé Publique (Santé publique France). Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/>
36. Guide d'aide à la préparation et à la gestion des tensions hospitalières et des situations sanitaires exceptionnelles. Disponible sur: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUqKH7_sKAAxWqVaqEHRA7DRs4ChAWegQIEBAB&url=https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/guide_situation_sanitaire_exceptionnelle.pdf&usg=AOvVaw2PXnFLiB0UeD84NA99u6pY&opi=89978449
37. Plan gouvernemental NRBC.

38. Plan BIOTOX.
39. Plan de lutte contre la variole. Haut Conseil de Santé Publique. Révision 2022; Disponible sur: <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=1278>
40. Haut Conseil de Santé Publique - Synthèse et actualisation des avis relatifs à la maladie à virus Ebola. Révision 2022; Disponible sur: <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=1228>
41. SGDSN-Plan national de prévention et de lutte « pandémie grippale » . 2011. Disponible sur: http://www.sgdsn.gouv.fr/files/files/Nos_missions/Plan_Pandemie_Grippale_2011.pdf
42. SGDSN- plan national de prévention et de lutte « maladie à virus Ebola ». 2016. Disponible sur: http://www.sgdsn.gouv.fr/rapport_thematique/plan-national-de-prevention-et-de-lutte-maladie-a-virus-ebola/
43. Carles M. Congrès Urgences 2023, communication personnelle.
44. Vivien B. Adaptation de la régulation médicale du SAMU face à la pandémie de la COVID-19. Médecine de Catastrophe – Urgences Collectives 2020;4(4) :345-350.
45. Prise en charge des patients atteints d’infection liée à un risque épidémique. Tenues de protection des soignants et procédures de déshabillage. Mai 2018 - Brochure - INRS Disponible : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206306>.
46. Arrêté du 16 novembre 2021 fixant la liste des agents biologiques pathogènes. Référence en santé au travail- Mars 2022;169:7-18.
47. Procédure générique standardisée de prise en charge par les médecins de première ligne des patients suspects d’infections à risque épidémique et biologique (REB) - les 10 points-clés. Recommandation professionnelle multidisciplinaire opérationnelle - Mission COREB nationale. Document d’étape - version finale - 30 mai 2018.
48. « Prise en charge globale d’un patient suspect de grippe saisonnière ». Groupe SPILF – COREB Emergences. Document de travail actualisé au 15 février 2016.
49. Shi Z. Du SRAS et du MERS à la COVID-19 : un voyage pour comprendre les coronavirus des chauves-souris. Bull Académie Natl Médecine. 2021;205(7):732-6.
50. Société française d’hygiène hospitalière (SF2H). Note relative à la protection des patients et des professionnels en contexte COVID-19 – Version du 08/05/2023 (actualisation

de la note du 7 février 2023).

51. Coordination opérationnelle risque épidémique et biologique (COREB) - Mission nationale. Infection par le Monkeypox virus : repérer et prendre en charge un patient en France. Information pour les soignants de 1ère ligne - version 27 avril 2023.
52. Haut conseil de la santé publique (HCSP). Rapport relatif à la synthèse et à l'actualisation des avis du HCSP concernant la maladie à virus Ebola (MVE)- 17 mars 2022.
53. Recommandations d'experts portant sur la prise en charge en réanimation des patients en période d'épidémie à SARS-CoV2. Version 3 du 15/03/2020 SRLF-SFAR-SFMU-GFRUP-SPILF-SPLF.
54. Maladie à virus Ebola : Tenues et procédures de déshabillage des soignants en établissement de santé de référence - Brochure - INRS. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206209>.
55. Prise en charge des patients atteints d'infection liée à un risque épidémique. Tenues de protection des soignants et procédures de déshabillage. Mai 2018 - Brochure - INRS <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206306>.
56. Morin F, Peschanski N, Hibon AR, Douillet D, Savary D. Retour d'expérience sur les transports Smur des patients Covid-19. *Ann Fr Médecine D'urgence*. 2020;10(4-5):224-32.
57. Raffin H. Évacuation aérienne d'une patiente Ebola : critères de décisions et modalités de transport. *J Eur Urgences Réanimation*. 2015;27(1):9-13.
58. Habchi K, Oulehri N, Noizet M, Walkowiak P, Solviche V, Gette S, et al. Covid-19 : les transferts internationaux de patients de réanimation, une solution pour les départements frontaliers. *Ann Fr Médecine D'urgence*. 2020;10(4-5):298-305.
59. Beaussac M, Distinguin B, Turc J, Boutonnet M. Retour d'expérience des six évacuations sanitaires aériennes collectives MoRPHEE durant la pandémie de Covid-19. *Ann Fr Médecine D'urgence*. 2020;10(4-5):272-7.
60. Pasquier P, Luft A, Gillard J, Boutonnet M, Vallet C, Pontier JM, et al. How do we fight COVID-19? Military medical actions in the war against the COVID-19 pandemic in France. *BMJ Mil Health*. 2021;167(4):269-74.
61. Lamhaut L, Nivet CM, Dagron C, Nace L, Braun F, Carli P. Retour d'expérience des

évacuations par train à grande vitesse de patients en syndrome de détresse respiratoire aiguë sur infection à Covid-19 : les missions Chardon. *Ann Fr Médecine D'urgence*. sept 2020;10(4-5):288-97.

62. Raude J, Lecrique JM, Lasbeur L, Leon C, Guignard R, Du Roscoät E, et al. Determinants of Preventive Behaviors in Response to the COVID-19 Pandemic in France: Comparing the Sociocultural, Psychosocial, and Social Cognitive Explanations. *Front Psychol*. 2020;11:584500.

63. Pedron S, Laxy M, Radon K, Le Gleut R, Castelletti N, Noller JMG, et al. Socioeconomic and risk-related drivers of compliance with measures to prevent SARS-CoV-2 infection: evidence from the Munich-based KoCo19 study. *BMC Public Health*. 2023;23(1):860.

64. Tunisi GL, Ambrosi E, Zulianello G, Allegrini E, Provenzano D, Rizzello T, et al. To Get Vaccinated or Not? The Vaccination Decision-Making by Healthcare Professionals Working in Haematology: A Qualitative Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(10):5901.

Tableau 3 Analytes et formats de test de diagnostic rapide courants: avantages et inconvénients (Source : <https://wwwnc.cdc.gov>)

RDT Analyte	Avantages	Inconvénients	Format	Exemples
Anticorps	IgM+ en phase de convalescence aiguë tardive/précoce	Spécificité limitée d'anticorps issus d'une exposition antérieure et d'une réactivité croisée	Lateral flow Late	Dengue
	IgG+ dans les infections chroniques ou après une e précédente	Insensible dans la maladie aiguë	Agglutination	Hépatite B
	Rapide et peu coûteux			Hépatite C
				HIV
				Syphilis
Antigène	Détection directe des antigènes pathogènes	Moins sensible que les tests d'acide nucléique	Lateral flow	Dengue
	Détecté dans une infection aiguë/active	Ne fournit pas d'informations sur le type ou la souche	Late	Ebola
	Rapide et peu coûteux		agglutination	HIV

			Solid phase “dipstick”	Influenza
				Malaria
				SARS-CoV-2
Acide nucléique (ARN ou ADN)	Sensible et spécifique en phase aiguë	Couteux	PCR/RT-PCR	Chlamydia
	Peut fournir des informations quantitatives	Nécessite une instrumentation spécifique	LAMP/RT-LAMP	Multiple
		Temps de performance plus long	RPA/RT-RPA	Panneaux respiratoires et gastro-intestinaux
				Neisseria
				SARS-CoV-2

Abréviations: LAMP, loop-mediated amplification; PCR, polymerase chain reaction; RPA, recombinase polymerase amplification; RT, reverse transcription; SARS-CoV-2, severe acute respiratory syndrome coronavirus 2

Tableau 4 : Panels moléculaires multiplex pour les agents pathogènes chez les voyageurs internationaux de retour (Source : <https://wwwnc.cdc.gov>)

SYNDROME	Pathogènes	Type de prélèvement	Information
MALADIE FÉBRILE AIGUË	Bactéries, virus, and parasites de régions différentes	Sang	Utilisation à des fins de recherche seulement; La performance clinique pour de nombreuses cibles n'a pas été déterminée.
PATHOGÈNES Gastro-intestinaux	Includes common bacteria, viruses, and parasites	Selles	Sensible; Certains résultats positifs peuvent ne pas être liés à une infection active.
MÉNINGITE & ENCÉPHALITE	Includes common bacteria, viruses, and fungi	LCR	Ne remplace pas la culture bactérienne du LCR; Des résultats négatifs n'excluent pas une étiologie infectieuse de la méningite ou de l'encéphalite.
PATHOGÈNES RESPIRATOIRES	Includes atypical bacteria, common viruses, and SARS-CoV-2	Prélèvement nasopharyngé	Les agents pathogènes peuvent avoir un temps d'excrétion prolongé; Des résultats positifs pourraient ne pas exclure l'infection par d'autres agents pathogènes.

