

# THESE

En vue de l'obtention du : **DOCTORAT (PhD)**

Structure de Recherche : *Équipe de Microbiologie et Biologie Moléculaire*

Discipline : *Biologie*

Spécialité : *Épidémiologie et Virologie*

Présentée et soutenue le 17 /04/2019 par :

**Mohamed Lemine Cheikh Brahim AHMED**

**CONTRIBUTION À L'ÉVALUATION DE L'IMPACT DE L'INTRODUCTION DU  
VACCIN ANTI ROTAVIRUS DANS LE PROGRAMME ÉLARGI DE VACCINATION  
SUR LES HOSPITALISATIONS LIÉES AUX MALADIES DIARRHÉIQUES CHEZ  
L'ENFANT DE MOINS DE 5 ANS EN MAURITANIE**

## JURY

Mohamed RHAJAOUI,	Directeur, Institut National d'Hygiène (INH), Rabat,	Président
Abdelkarim FILALI-MALTOUF,	PES, FS, Université Mohammed V, Rabat,	Directeur de Thèse
Mohammed BENHAFID	Chef du Laboratoire des Virus Entériques, INH, Rabat,	Co-directeur de Thèse
Mohamed VAL EL-MAMY,	PES, FST, Université de Nouakchott, Mauritanie,	Rapporteur
Bouchra BELKADI,	PES, FS, Université Mohammed V, Rabat,	Rapporteur
Naima Rhallabi	PES, FST - Mohammedia, Université Hassan II, Casablanca,	Rapporteur
Mohammed EL MZIBRI,	Chef de la Division Sciences du Vivant, CNESTEN, Rabat,	Examineur

# AVANT PROPOS

Ce projet de doctorat (PhD) a été réalisé dans le cadre d'une collaboration entre l'Université Mohammed V (Faculté des Sciences de Rabat) et l'Institut National d'Hygiène (Laboratoire de Virologie) au Maroc. Les travaux ont été menés en alternance entre les grands hôpitaux de Nouakchott et l'Institut National de Recherche en Santé Publique (Mauritanie).

L'objectif de ce projet est d'étudier l'impact du programme de vaccination sur la tendance globale des hospitalisations liées à la diarrhée chez les enfants de moins 5 ans en Mauritanie. La structure de la thèse est divisée en trois parties :

- ❖ La première partie présente une introduction générale sur les problématiques des maladies diarrhéiques et les agents pathogènes. L'épidémiologie de la diarrhée à rotavirus et leurs facteurs de risque ainsi que les programmes de lutte sont ensuite présentés et suivis d'un contexte général de l'étude. Les objectifs et le but de ces travaux de recherche sont énoncés à la fin de cette partie.
- ❖ La deuxième partie présente les résultats obtenus lors de ces travaux de recherche. Ils sont rédigés sous la forme d'articles scientifiques en anglais, et accompagnés d'un résumé en français.
- ❖ La dernière partie est une discussion générale qui souligne les résultats importants de la thèse et présente une conclusion générale ainsi que des recommandations. Les références bibliographiques sont décrites à la fin du manuscrit.

# REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord remercier mes directeurs de thèse, le Pr. **Abdelkarim FILALI-MALTOUF** et Dr. **Mohammed Benhafid** pour leur temps, leur soutien, la qualité de leur encadrement et leur confiance. Grâce à vos conseils, je termine ma thèse avec de meilleures compétences en recherche et une meilleure capacité d'analyse critique. Votre passion pour la recherche scientifique et vos qualités humaines sont d'une grande inspiration pour moi.

Je voudrais également exprimer mes sincères remerciements à notre maître et président de jury, Monsieur le Professeur **Mohamed RHAJAOU**, le Directeur de l'Institut National d'Hygiène. Monsieur le directeur, vous nous avez accordé un immense et un grand privilège en acceptant la présidence de notre jury. Nous vous prions, Monsieur le directeur, d'accepter notre profonde reconnaissance et notre sincère respect.

Je voudrais aussi remercier nos rapporteurs et examinateurs de thèse : Monsieur le Professeur **Mohamed Val El-Mami**; Monsieur **Mohammed EL MZIBRI**; Mme la Professeur **Naima Rhallabi**; Mme la Professeur **Bouchra BELKADI**. Chers Professeurs, je suis très sensible à l'honneur que vous me faites en acceptant de juger mon travail. Qu'il me soit permis, chers professeurs, de vous exprimer ma reconnaissance, mes respects et mon estime.

J'adresse également ma reconnaissance aux agents administratifs du ministère de la santé en Mauritanie pour leur temps, leurs conseils et leur aide.

Je remercie également tous les co-auteurs pour leur temps, leur soutien et leur aide.

Finalement, je me dois de souligner la gratitude que j'éprouve envers ma partenaire et ma famille qui m'ont appuyé et accompagné tout au long de mes études.

# RESUME

**Introduction** : Ce travail a pour objectif d'évaluer la prévalence de la diarrhée et de la pneumonie dans les milieux hospitaliers ainsi que de contribuer à l'évaluation de l'impact du programme de vaccination sur la tendance globale des hospitalisations liées à la diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans avant et après l'introduction du vaccin anti-rotavirus.

**Méthodes** : Du fait de l'absence des diagnostics étiologiques pour les diarrhées en Mauritanie, nous avons utilisé les registres des services de pédiatrie des hôpitaux de références dans la ville de Nouakchott, qui concernent le 1/4 de la population mauritanienne. Nous avons étudié la morbidité, la mortalité et la saisonnalité de la diarrhée et de la pneumonie avant l'introduction d'un programme de vaccination. Nous avons également comparé les taux d'hospitalisation et la saisonnalité de la diarrhée avant et après l'introduction du vaccin anti-rotavirus.

**Résultats** : Les résultats de la première étude ont montré que les maladies diarrhéiques entraînent des taux d'hospitalisation et de mortalité extrêmement élevés dans la population infantile, le taux d'hospitalisation le plus élevé a été observé chez les enfants de moins de 6 mois (la tranche d'âge éligible pour la vaccination). Dans la deuxième étude, nous avons procédé à une comparaison des taux moyens d'hospitalisation pour cause de diarrhée durant les périodes pré- et post-vaccination. Avant l'introduction du vaccin, le taux d'hospitalisation a été d'environ 21%. Suite à l'introduction du vaccin, le taux d'hospitalisation pour la diarrhée a évolué pour atteindre 16%. Une réduction significative de 24 % ( $p < 0,001$ ) des taux a été observée chez les enfants âgés de moins de cinq ans.

**Conclusion** : Deux ans après son introduction dans le Programme Élargi de Vaccination, le vaccin anti-rotavirus a réduit de façon significative les diarrhées sévères chez les enfants mauritaniens. D'autres études sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

---

**Mots-clés** : Diarrhée, rotavirus, évaluation, vaccination, enfants, Mauritanie.

# ABSTRACT

**Introduction:** This thesis aimed to evaluate the prevalence of diarrhea and respiratory diseases among hospitalized children and contribute to evaluate the impact of the Immunization Program on diarrhea hospitalization rates before and after rotavirus vaccine introduction.

**Methods:** Due to the lack of diarrhea etiology diagnosis in Mauritania, we used the registries of pediatric services at all referral hospitals in Nouakchott territory, which represents 1/4 of Mauritanian population. We extracted the data on morbidity, mortality and seasonality for diarrhea and respiratory diseases before the introduction of vaccine programs. We have also compared between the hospitalization rates and seasonality of diarrhea before and after rotavirus vaccine introduction.

**Results:** The results of the first study showed that childhood diarrhea diseases caused high rates of hospitalization and death, the highest rates were observed among children aged 0-6 months (the age group eligible for vaccination). In the second study, there was a comparison of average hospitalization rates due to diarrhea during pre and post vaccination period. During pre-vaccination period, diarrhea associated hospitalization rate was about 21%. In post-vaccination period, diarrhea associated hospitalization rate evolved to 16%. The annual hospitalization rates were declined by 24% ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** Two years following its introduction into the Program for Immunization, the vaccine significantly reduced severe diarrhea diseases in Mauritania young children. Further studies are needed to confirm our results.

---

***Keywords:*** Diarrhea, rotavirus, evaluation, vaccination, children, Mauritania.

# PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES

## Publications :

- 1) - **Mohamed Lemine Cheikh Brahim AHMED et al.**, Hospitalizations and Deaths Associated with Diarrhea and Respiratory Diseases among Children Aged 0–5 Years in a Referral Hospital of Mauritania, *Trop. Med. Infect. Dis.*, 3(3), September 2018, 103.
- 2) **Mohamed Lemine Cheikh Brahim AHMED et al.**, Reduction of hospitalizations with diarrhea among children aged 0-5 years in Nouakchott, Mauritania, following the introduction of rotavirus vaccine, *Vaccine*, 37, 11, March 2019, 1407–1411.

## Communications orales :

- 1) **Mohamed Lemine Cheikh Brahim AHMED et al.**, Rotavirus among children aged 0-5 years in Nouakchott Mauritania. **13<sup>th</sup> International dsRNA Virus Symposium, Houffalize, Belgium, 24-28 September 2018.**
- 2) **Mohamed Lemine Cheikh Brahim AHMED et al.**, Diarrhea diseases among children aged 0-5 years in Mauritania. **11<sup>th</sup> African Rotavirus Symposium, Malawi, 28-30 Mai 2017.**

## Communications affichées :

- 1) **Mohamed Lemine Cheikh Brahim AHMED et Al.**, Rotavirus before and after vaccine introduction in Nouakchott, Mauritania. **13<sup>th</sup> International Rotavirus Symposium, Minsk, Belarus, 28-30 August 2018.**
- 2) **Mohamed Lemine Cheikh Brahim AHMED et Al.**, Prevalence of rotavirus in Mauritania before the introduction of rotavirus vaccine. **10<sup>th</sup> African Rotavirus Symposium, Bamako, Mali, 1-2 June 2016.**

# LISTE DES ABREVIATIONS

ADN : Acide Désoxyribonucléique

ADRV : Adulte Diarrhée Rotavirus

ARN : Acide Ribonucléique

*C. Jejuni* : *Campylobacter Jejuni*

*C. Coli* : *Campylobacter Coli*

CDC : Control Diseases Centre

DRAS : Direction Régional de l'Administration Sanitaire

EIA : Enzyme Immunoassays

ELISA : Enzyme-Linked Immunosorbent Assay

*E. Coli* : *Escherichia coli*

GEA : Gastro-entérite aiguë

HAdVs : Adénovirus humains

ICG : Immuno-chromatographiques

IRA : Infection Respiratoire Aiguë

MICS : Enquête par grappes à indicateurs multiples

MS : Ministère de la Santé

ODM : Objectifs de Développement du Millénaire

OMS : Organisation Mondial de la Santé

ONS: Office National des Statistiques

ORF : Open Reading Frame

PCR : Polymerase Chain Reaction

PEV : Programme Élargie de Vaccination

RCWG: Rotavirus Classification Working Group

RIM : République Islamique de Mauritanie

RV : Rotavirus

RVA : Rotavirus groupe A

RVB : Rotavirus groupe B

RVC : Rotavirus groupe C

RVs : Rotaviruses

RV1 : Vaccine Monovalent Rotarix®

RV5 : Vaccine Pentavalent RotaTeq®

SIMR : Surveillance Intégrée de la Maladie et Riposte

SRO : Solution de Réhydratation Orale

TRO : Thérapie par Réhydratation Orale

USA : États Unis d'Amérique



# SOMMAIRE

AVANT PROPOS .....	i
REMERCIEMENTS .....	ii
RESUME.....	v
ABSTRACT.....	vi
PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES .....	vii
LISTE DES ABREVIATIONS.....	viii
LISTE DES FIGURES .....	xii
LISTE DES TABLEAUX.....	xiii
<b>PARTIE I : INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>1</b>
<b>1. PROBLÉMATIQUE DES MALADIES DIARRHÉIQUES.....</b>	<b>3</b>
<b>2. AGENTS PATHOGÈNES DE LA DIARRHÉE .....</b>	<b>5</b>
<b>2.A. LES AGENTS VIRAUX.....</b>	<b>6</b>
2.A.a LES ROTAVIRUS.....	7
2.A.a.i LES ROTAVIRUS HUMAINS (GROUPE A) .....	8
2.A.a.ii LES ROTAVIRUS HUMAINS (GROUPE B).....	9
2.A.a.iii LES ROTAVIRUS HUMAINS (GROUPE C) .....	10
2.A.b LES NOROVIRUS (NORWALK-LIKE VIRUS).....	11
2.A.c LES ASTROVIRUS .....	12
2.A.d LES ADÉNOVIRUS .....	12
<b>2.B. LES AGENTS BACTÉRIENS.....</b>	<b>13</b>
2.B.a <i>Escherichia coli</i> ( <i>E. Coli</i> ).....	13
2.B.b Campylobacters.....	13
2.B.c Salmonelles .....	13
2.B.d Shigelles.....	13
<b>2.C. LES AGENTS PARASITAIRES.....</b>	<b>13</b>
<b>3. DIAGNOSTIC BIOLOGIQUE DE LA DIARRHÉE VIRALE .....</b>	<b>14</b>
<b>4. ÉPIDÉMIOLOGIE DE LA DIARRHÉE A ROTAVIRUS .....</b>	<b>19</b>

<b>5. FACTEURS DE RISQUES</b> .....	22
5.A. FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX .....	22
5.B. FACTEURS DÉMOGRAPHIQUES .....	22
5.C. FACTEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES ET CULTURELS .....	24
5.D. FACTEURS NUTRITIONNELS .....	24
<b>6. PROGRAMMES DE LUTTE</b> .....	26
6.A. SURVEILLANCE ÉPIDÉMIOLOGIQUE.....	26
6.B. PROGRAMME DE VACCINATION.....	27
<b>7. CONTEXTE DE L'ÉTUDE</b> .....	31
7.A. SITUATION GÉOGRAPHIQUE .....	31
7.B. SITUATION DÉMOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE .....	32
7.C. SITUATION ÉCONOMIQUE.....	34
7.D. ORGANISATION DU SYSTÈME DE SANTÉ.....	34
7.D.a. Niveau central .....	35
7.D.b. Niveau intermédiaire.....	35
7.D.c. Niveau périphérique .....	35
7.E. POLITIQUE DE SANTÉ .....	36
7.F. ORGANISATION DES SOINS.....	36
7.G. SITUATION SANITAIRE.....	37
7.H. PROFIL ÉPIDÉMIOLOGIQUE .....	39
<b>8. OBJECTIFS ET BUT DES TRAVAUX DE RECHERCHE</b> .....	42
<b>9. MÉTHODOLOGIE DES TRAVAUX DE RECHERCHE</b> .....	42
<b>PARTIE II : RESULTAS</b> .....	43
<b>ARTICLE 1 : Hospitalisations et mortalités avant l'introduction du vaccin</b> .....	44
<b>ARTICLE 2 : Réduction des hospitalisations après l'introduction du vaccin</b> .....	53
<b>PARTIE III : DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE</b> .....	58
<b>RECOMMANDATIONS</b> .....	63
<b>REFERENCES</b> .....	65

# LISTE DES FIGURES

Figure 1: Segments du génome, protéines et la structure du virion du rotavirus... 15	15
Figure 2: Organisation génomique et structure des norovirus..... 16	16
Figure 3: Structure des astrovirus . ..... 17	17
Figure 4: Structure des adenovirus ..... 18	18
Figure 5 : Distribution de la mortalité associée au RV au niveau mondial. .... 21	21
Figure 6 : Répartition des souches ..... 21	21

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau i : Causes les plus communes de la diarrhée chez les jeunes enfants .....	5
Tableau ii : Études d'impact les plus pertinentes.....	30
Tableau iii : Distribution de la population par région (Wilaya).....	33
Tableau iv : Indicateurs démographiques de la population en Mauritanie.....	33
Tableau v : Indicateurs de la diarrhée en Mauritanie .....	41

**PARTIE I :**  
**INTRODUCTION GENERALE**

En Mauritanie, les maladies diarrhéiques constituent l'une des principales causes de décès chez les enfants de moins de 5 ans, après les maladies des voies respiratoires (OMS, 2013). Elles sont responsables d'environ 11% des décès d'enfants de moins de cinq ans (Liu et al., 2012; GHO, 2015). Environ un tiers de toutes les hospitalisations dues aux diarrhées chez les moins de cinq ans en Mauritanie sont causées par le rotavirus (Tate et al., 2012).

Le pays a introduit en Novembre 2013 le vaccin contre les infections à pneumocoques et en Décembre 2014 celui contre les diarrhées à Rotavirus dans son programme élargi de vaccination pour assurer une protection adéquate contre les maladies diarrhéiques et respiratoires pour tous les enfants de moins de 5 ans (AMI, 2014).

La vaccination est une intervention de santé publique dont le bénéfice coût-efficacité est reconnu au niveau international. Les mesures d'accompagnement préconisées pour les pays qui ont introduit un programme de vaccination sans étude épidémiologique moléculaire préalable, est de mettre en place une surveillance sentinelle et de réaliser une étude d'évaluation. Des études menées en Afrique ont montré que la vaccination contre le rotavirus était un moyen sûr et efficace de se protéger contre les infections sévères à rotavirus et reste une intervention rentable (Madhi et al., 2010; Armah et al., 2016).

Cette étude aidera le Ministère de la Santé (MS) à documenter la morbidité, la mortalité, et la saisonnalité des maladies diarrhéiques et respiratoires avant l'introduction du programme de vaccination. En plus, elle va contribuer à l'évaluation de l'impact du programme sur les taux d'hospitalisations liées aux maladies diarrhéiques après l'introduction du vaccin anti-rotavirus. Elle permettra également de fournir des informations essentielles au MS pour évaluer les bénéfices potentiels de la vaccination.

# 1. PROBLÉMATIQUE DES MALADIES DIARRHÉIQUES

Les maladies diarrhéiques sont un problème de santé publique majeur dans le monde et notamment dans les pays en voie de développement (Sanchez-Padilla et al., 2009; Hegazi et al., 2017). Elles peuvent conduire à une déshydratation aigüe et à une perte de poids, particulièrement chez les enfants de moins de 5 ans, chez qui elles constituent l'une des principales causes de morbidité et de mortalité, soit entre 800 millions et 1,3 milliard d'épisodes diarrhéiques, et 1.8 millions de décès par an (Kotloff et al., 2013). Chacun de ces épisodes constitue une menace pour la croissance des enfants à cause d'un manque accru des éléments nutritifs (Schlaudecker et al., 2011). En plus, les infections nosocomiales entraînent une augmentation de la durée moyenne de séjour en pédiatrie, un nombre non négligeable de réadmissions et par conséquent un coût de prise en charge très élevé (Verhagen et al., 2011).

Les maladies diarrhéiques sont connues depuis les civilisations anciennes (Galien, 2001). La connaissance de leurs caractéristiques remonte à la haute antiquité grecque où elles étaient considérées comme étant «...des selles liquides et copieuses se faisant à courts intervalles» (Cocheton et al., 1987).

Longtemps décrite comme l'émission fréquente de selles trop liquides, la diarrhée s'avère aujourd'hui beaucoup plus difficile à définir tant les critères proposés varient selon les objectifs des études (Buisson, 2001; Woldemicael, 2004).

Toutefois, en partant des signes cliniques, la diarrhée se définit par la survenue inopinée, chez un individu en bonne santé, d'un nombre élevé d'émission fécale (plus de trois selles par jour), les selles étant de consistance anormale (liquide ou molle) et en quantité abondante (dépassant en théorie 300 g/jour). Ces selles sont parfois mêlées à des émissions glaireuses ou sanglantes, et associées ou non à un authentique syndrome dysentérique avec faux besoins, ténésmes et coliques (Huet et al., 2008).

Des lacunes importantes existent encore sur le nombre et la complexité des pathogènes qui causent ces maladies et sur les facteurs associés qui augmentent leur incidence. Comprises comme telles, les maladies diarrhéiques demeurent un problème majeur de santé publique dans les pays en développement (Kotloff et al., 2013).

Les maladies diarrhéiques sont des maladies transmissibles liées au péril fécal dont les caractères épidémiologiques diffèrent d'une région à l'autre suivant le niveau de développement des infrastructures sanitaires (Garenne, 2010).

Elles sont généralement liées à l'approvisionnement de l'eau de boisson, à l'assainissement et à l'hygiène, et parfois aggravées par la malnutrition, l'absence d'allaitement maternel et/ou la coinfection, c'est qui augmente le risque de décès chez les enfants de moins de 5 ans (Bado et al., 2016). En effet, la diminution de la fréquence de l'allaitement maternel s'associe vraisemblablement à l'apparition de la diarrhée à un âge plus jeune avec un retentissement nutritionnel plus important (Schlaudecker et al., 2011).

La propagation de ces maladies est favorisée non seulement par les conditions du milieu physique, mais aussi et surtout par le non-respect des mesures d'hygiène, l'insuffisance ou le dysfonctionnement des infrastructures sanitaires et des équipements collectifs destinés à l'évacuation et au traitement des eaux usées ainsi que l'approvisionnement insuffisant des ménages en eau potable (Ezzati et al., 2002 ; Al-Ghamdi et al., 2009).

Le taux de mortalité due aux maladies diarrhéiques dans le monde a connu une baisse, allant de 3.3 millions en 1990, 2.5 millions en 2000 et 0.6 millions en 2013 (Landouré 2010; Kotloff et al., 2013 ; Liu et al., 2015). Malgré ces résultats significatifs, la diarrhée reste toujours l'une des principales causes de mortalité des enfants de moins de 5 ans (GBD, 2018).



## 2. AGENTS PATHOGÈNES DE LA DIARRHÉE

La recherche des agents responsables des maladies diarrhéiques a fait l'objet de nombreux travaux de recherche. Plusieurs agents pathogènes peuvent causer ces maladies chez le nourrisson et le jeune enfant (Tableau i) (Elliott et al., 2007). Il s'agit d'une inflammation du tube digestif d'origine principalement virale (30-70 %), bactérienne (10-20 %) ou parasitaire (< 10 %)(Kotloff et al., 2013). La transmission de ces agents pathogènes est essentiellement de type oro-fécal, directe par les mains, ou indirecte par les surfaces ou par les aliments ou eaux souillées (Gebbru et al., 2014).

Ces germes se multiplient généralement dans l'intestin et y produisent des toxines. Celles-ci provoquent une diminution de la capacité d'absorption et par conséquent, une perte excessive d'eau et d'électrolytes dans les selles, aboutissant ainsi à la déshydratation et/ou à la malnutrition du malade qui représentent les risques évolutifs majeurs, en particulier chez le nourrisson (Klotz, 2001). C'est pourquoi le traitement des diarrhées aiguës de l'enfant repose essentiellement sur la correction des pertes d'eau et d'électrolytes par l'administration des solutions de réhydratation par voie orale (SRO) associés à la réalimentation précoce comme l'outil principal de lutte contre la diarrhée aiguë (Andrews et al., 2017).

Tableau i : Causes les plus communes de la diarrhée chez les jeunes enfants  
(Elliott et al., 2007)

Virus	Bactéries	Protozoaires
Rotavirus	<i>Escherchia Coli (E. Coli)</i>	<i>Giardia lamblia</i>
Adenovirus	<i>Campylobacter Jejuni (C. Jejuni)</i>	<i>Amibes</i>
Asterovirus	<i>Salmonella</i>	
Norovirus	<i>Shigella</i>	

## **2.A. LES AGENTS VIRAUX**

Les techniques de diagnostic des diarrhées infectieuses ne permettaient d'identifier les agents viraux qu'à partir de 1970. Ils représentent l'un des premiers motifs de consultation et d'hospitalisation en médecine et principalement en pédiatrie (Donaldson et al., 2010).

Les diarrhées virales se traduisent par des diarrhées qui peuvent s'accompagner de vomissements, de fièvre et de douleurs abdominales, pouvant durer de 5 à 14 jours. La transmission interhumaine est le principal mode de transmission des diarrhées virales. La résistance des virus à la température ambiante et leur capacité à survivre sur les surfaces font de l'environnement une source possible de contamination (Keswick et al., 1983).

La gravité de cette infection est due à un dysfonctionnement entérocytaire réalisant un défaut d'absorption d'eau et d'électrolyte, ce qui est susceptible d'entraîner un état de déshydratation, surtout chez les enfants de moins de 5 ans (BURKE and DESSELBERGER, 1996). La destruction des cellules diminue ainsi la capacité d'absorption des villosités, ce qui entraîne une diarrhée aqueuse durant en moyenne cinq à sept jours (Glass et al., 2006).

Le spectre clinique de l'infection est très large, allant d'un état asymptomatique à une diarrhée sévère, souvent précédée de fièvre et de vomissements. Au cours du premier épisode d'infection, les virus sont excrétés pendant plusieurs jours à de fortes concentrations dans les selles et les vomissements (Sénécal et al., 2008).

Les virus prolifèrent au sein des entérocytes matures des villosités entraînant leur desquamation rapide et leur remplacement accéléré par des entérocytes immatures incapables de réaliser correctement leur fonction d'absorption (Glass et al., 2006).

## 2.A.a LES ROTAVIRUS

Les rotavirus sont des virus non enveloppés dont les particules virales matures en forme de roue mesurent 75nm de diamètre (100nm avec les spicules) appartenant à la famille des réoviridae. Ce sont des virus à ARN double brin segmentés très résistants à l'inactivation physique. Le génome du virus est constitué de 11 segments d'ARN double brin qui encodent pour 6 protéines structurales et 5 protéines non structurales (Wyatt et al., 1982).

Les protéines structurales sont organisées en trois capsides : interne (VP2), intermédiaire (VP6) et externe (VP7 et VP4) (Lourenco et al., 1981). Les protéines non structurales sont impliquées à des degrés divers dans la réplication et la morphologie du virus. Parmi les protéines non structurales, NSP4 est certainement la plus remarquable. Elle joue un rôle majeur dans la maturation des particules virales en fonction de la cellule infectée (Marmash et al., 2007).

L'analyse moléculaire des segments de génome 4 (codant VP4) et 9 (codant VP7) permet de classer les souches en génotypes plutôt qu'en sérotypes (Marmash et al., 2007). On distingue ainsi 20 génotypes P et 14 génotypes G, qui déclenchent la production d'anticorps neutralisants chez l'hôte et qui jouent un rôle important dans l'immunité protectrice acquise contre l'infection (Figure 1). Il existe une variation de l'activité du rotavirus en raison de ces différentes souches. Les génotypes G1-G4 de VP7 et les génotypes P[8] et P[4] de VP4 sont fréquemment rencontrés dans les gastro-entérites infantiles aiguës (Santos et al., 2001).

Les trois principaux symptômes de l'infection à rotavirus sont la fièvre, les vomissements et la diarrhée liquide. En plus des douleurs abdominales peuvent aussi survenir. La diarrhée à rotavirus disparaît normalement entre 3 à 7 jours et les jeunes enfants peuvent souffrir de déshydratation exigeant un traitement urgent et / ou une hospitalisation (Saiada et al., 2011).

Parmi les sept groupes de rotavirus identifiés (A à G), seuls les rotavirus des groupes A, B et C sont responsables de gastroentérites chez l'homme (Santos and Hoshino, 2005).

### 2.A.a.i. LES ROTAVIRUS HUMAINS (GROUPE A)

Les rotavirus du groupe A (RVA), de loin les plus fréquents et les plus étudiés, ont été clairement montrés comme responsables des gastroentérites aiguës épidémiques souvent sévères chez l'enfant en bas âge (Hegazi et al., 2017). Ils sont responsables de 29 à 45% des hospitalisations pour diarrhées sévères chez les jeunes enfants et plus de 527000 morts par an, essentiellement dans les pays à bas et moyen revenus où la malnutrition et le mauvais état des structures sanitaires viennent menacer le pronostic vital; l'Afrique et l'Asie concentrent 82% des décès par rotavirus du groupe A (Parashar et al., 2003; Lanata et al., 2013).

Les rotavirus du groupe A ont un pouvoir pathogène entérique très important. Cependant les manifestations cliniques d'une infection à rotavirus varient fortement d'un individu à l'autre et notamment en fonction de l'âge et de l'exposition antérieure au virus allant de l'infection asymptomatique à des manifestations sévères avec des diarrhées de malabsorption et/ou sécrétoires. La période d'incubation est courte, inférieure à 48 heures, les premiers symptômes apparaissant en général entre 1 et 4 jours après la contamination. L'excrétion du virus dans les selles peut précéder de quelques jours l'apparition des signes cliniques et persister encore 8 à 10 jours après la disparition des symptômes (Salih et al., 1994; BURKE and DESSELBERGER, 1996).

Le Rotavirus Classification Working Group (RCWG) est un regroupement de scientifiques qui est chargé de définir les recommandations et de maintenir le système de classification des RVA qui compte, jusqu'à maintenant, un total de 28 types G et 39 types P. Dans le cas des types G, les sérotypes et les génotypes sont synonymes. Pour les types P, il existe plus de génotypes que de sérotypes, ce qui a introduit une double nomenclature pour le gène VP4 où les sérotypes sont désignés par des numéros arabes et les génotypes par des numéros arabes à l'intérieur de crochets carrés (ex. : la souche P1A[8] fait référence au sérotype 1A et au génotype 8) (Fongaro et al., 2015).

Néanmoins, les types P sont principalement identifiés par les génotypes, étant donné la pénurie d'antisérum spécifique pour chacun des types (Estes and Greenberg, 2013).

Une nomenclature officielle a été mise en place afin de définir le génome entier de RVA. Cette dernière distingue les génotypes identifiés pour chacun des 11 segments génomiques (Matthijnssens et al., 2008). Ainsi, la suite des gènes VP7-VP4-VP6-VP1-VP2-VP3-NSP1-NSP2-NSP3-NSP4-NSP5/6 permet d'identifier les génomes entiers de RVA par Gx-P[x]-Ix-Rx-Cx-Mx-Ax-Nx-Tx-Ex-Hx. Grâce à cette approche, des événements de transmission zoonotique ou d'échanges de matériel génétique entre virus provenant de multiples espèces (réassortiment) ont pu être identifiés (Chitambar et al., 2009; Degiuseppe et al., 2013; Doan et al., 2013).

#### 2.A.a.ii. LES ROTAVIRUS HUMAINS (GROUPE B)

Les infections par les RVB ont d'abord été associées à des cas de diarrhée sévère chez l'humain adulte en Chine (Tao et al., 1983). Ce virus a été responsable de gastroentérites chez les adultes lors d'une importante épidémie en Chine entre 1982 et 1983 (Hung et al., 1987), et a été désigné sous le nom de ADRV (adult diarrhoea rotavirus) (Fang et al., 1989). L'émergence des rotavirus humains du groupe B à partir d'une source animale est donc une hypothèse possible (Fang et al., 1989).

Des rapports de cas humains infectés par RVB ont ensuite été recensés en Inde (Kelkar and Zade, 2004; Lahon and Chitambar, 2011) et au Bangladesh (Ahmed et al., 2004; Saiada et al., 2011), mais leur distribution semble plus limitée que pour les autres groupes de RVs retrouvés chez l'homme.

Des études moléculaires ont montré que le rotavirus groupe B était phylogénétiquement proche d'un rotavirus de groupe B du rat et était probablement l'ancêtre de la souche ADRV (Sen et al., 2001).

Récemment, un groupe de recherche aux États-Unis a proposé une nouvelle classification des RVB qui définit un total de 26 génotypes G (VP7) et 5 génotypes P (VP4) basés sur une valeur seuil commune de 80% d'identité nucléotidique (Marthaler et al., 2012).

#### 2.A.a.iii. LES ROTAVIRUS HUMAINS (GROUPE C)

Les rotavirus humains du groupe C ont été isolés de façon sporadique ou sous forme épidémique chez les enfants et les adultes, mais leur importance médicale et épidémiologique reste à établir (Bridger et al., 1986; Caul et al., 1990; Riepenhoff-Talty et al., 1996).

Un système de classification officiel pour RVC n'a pas encore été établi, quoique plusieurs groupes aient suggéré des voies pour une éventuelle classification (Park et al., 2010; Kumazaki and Usuku, 2014). D'ailleurs, récemment, un système de classification des RVC a été proposé et se base sur les recommandations du RCWG (Suzuki and Hasebe, 2017).

Ce système distingue les génotypes identifiés pour chacun des 11 gènes complets basé sur un pourcentage de valeurs seuil quant à l'homologie des séquences nucléotidiques. Un total de 18 types G (VP7) et 21 types P (VP4) ont donc été identifiés à ce jour, dont la majorité contiennent des souches d'origine porcine (soit 15 types G et 17 types P) (Suzuki and Hasebe, 2017).

Des études récentes ont évalué la constellation complète des gènes de RVC et certains groupes ont proposé différentes valeurs seuil en termes d'identité nucléotidique pour distinguer les génotypes en fonction des séquences disponibles (Park et al., 2010; Kumazaki and Usuku, 2014).

À l'heure actuelle, les génotypes de RVC semblent être spécifiques à l'espèce, mais des événements potentiels de transmission inter-espèce ont été suggérés entre les porcs et les humains (Gabbay et al., 2008).

## 2.A.b LES NOROVIRUS (NORWALK-LIKE VIRUS)

Les norovirus sont largement sous-estimés car ils ne sont pas recherchés en routine dans les GEA pour deux raisons principales. La première est qu'ils provoquent des diarrhées transitoires et peu sévères qui nécessitent rarement une hospitalisation, donc sans enquête étiologique systématique. La deuxième est qu'il n'existe pas de test de diagnostic rapide suffisamment performant. Ils font partie du groupe de virus qui causent couramment la diarrhée. On appelle parfois les norovirus des «petits virus structurés ronds» (SRSV) ou «virus de Norwalk» (Donaldson et al., 2010).

Ils sont des petits virus non enveloppés d'un diamètre de 27 nm. Ils sont les premiers virus de la diarrhée identifiés chez l'Homme, en 1972 à Norwalk, États Unies (Kapikian, 2000). Leur génome est constitué d'un ARN simple brin et comprend 3 cadres ouverts de lectures (ORF 1-3) et 2 protéines VP1 et VP2 (Figure 2)(Donaldson et al., 2010).

Les géotypes GII sont à l'origine des épidémies saisonnières à transmission interhumaine, mais ces épisodes diarrhéiques restent bénins et largement traités en ambulatoire. On considère que chez l'enfant et l'adolescent, 60 à 80% des GEA sont dues aux norovirus, mais ils ne sont retrouvés que dans 12 à 20% des cas hospitalisés dans tous les pays du monde (Kreidieh et al., 2017).

Les norovirus de géotype GI sont l'une des principales causes de diarrhées transmises par la chaîne alimentaire dont l'origine est souvent le portage asymptomatique par des travailleurs de la restauration. Ce sont des toxi-infections alimentaires fréquentes mais peu sévères présentes dans tous les pays. Là encore, comme pour les géotypes GII, il existe au sein des GI de nombreux géotypes et variants, rendant l'identification difficile en dehors de la PCR. En effet, les mutations des souches de norovirus à l'origine des épidémies sont constantes d'une année à l'autre, ce qui limite à 50 à 60% la sensibilité des tests commercialisés (en ELISA ou en immunochromatographie)(Glass et al., 2009).

### 2.A.c LES ASTROVIRUS

Les astrovirus sont des petits virus de 28 nm et ont un ARN simple brin, non enveloppés (Figure 3), identifiés chez l'Homme en 1975, et classés parmi les agents d'infections nosocomiales (Madeley and Cosgrove, 1975).

L'incidence réelle des infections dues aux Astrovirus est difficile à évaluer, car les symptômes des gastroentérites qu'ils provoquent sont généralement modérés, par rapport à ceux observés avec les Rotavirus et entraînent rarement une hospitalisation. Ils sont de plus en plus isolés chez les enfants, les adultes et les vieillards et sont la troisième cause des gastroentérites virales après les Rotavirus et les Norovirus. La prévalence des gastro-entérites infantiles dues aux Astrovirus dans le monde varie de 2 à 9 % (Bon et al., 1999; Bini et al., 2007).

### 2.A.d LES ADÉNOVIRUS

Les adénovirus humains (HAdVs), famille des adénoviridae ont été isolés pour la première fois au début des années 50. Ce sont des virus à ADN double brin, non enveloppés avec plus de 51 sérotypes humains divisés en 6 groupes (A à F avec un groupe B divisé en B1 et B2) en fonction de leur tropisme tissulaire (Figure 4)(Russell, 2009).

Les adénovirus de type 40 et 41 appartiennent au sous-groupe F et sont aussi souvent appelés adénovirus entériques, parce que leur rôle comme agents de diarrhée a été clairement établi. Ils ont été associés à 3,1 à 13,5% des cas de diarrhée de l'enfant dans des études en Europe, Asie et Amérique du Nord et du Sud. Ils provoquent, principalement à l'âge de deux ans, une diarrhée prolongée et une fièvre modérée, avec ou sans vomissements, qui peut durer jusqu'à deux semaines (Iii and Kajon, 2016).



## **2.B. LES AGENTS BACTÉRIENS**

### **2.B.a *Escherichia coli* (E. Coli)**

C'est un germe classique dans les maladies diarrhéiques et des infections urinaires. Il peut être responsable de colites hémorragiques et de diarrhées sévères. Il existe 7 classes d'*E. coli* responsables des diarrhées (dites « diarrheogenic *E. coli* »)(Nataro and Kaper 1998; Lamberti et al., 2014).

### **2.B.b Campylobacters**

Ils sont fréquents dans les diarrhées bactériennes chez les enfants, particulièrement *Campylobacter Jejuni* (*C. Jejuni*) et *Campylobacter Coli* (*C. Coli*). L'infection se manifeste habituellement par une diarrhée glairo-sanglante fébrile accompagnée de vomissements et de douleurs abdominales intenses (Altekruse et al., 1999; Pham et al., 2015).

### **2.B.c Salmonelles**

Elles sont habituellement responsables de diarrhées invasives souvent fébriles, particulièrement *S. Typhimurium*, *S. Enteritidis*, *S. Virchow* (Davis, 1981; Bouvet and Grimont, 2001).

### **2.B.d Shigelles**

Elles sont responsables de syndromes dysentériques fébriles sévères, particulièrement *S. Sonnei* et *S. flexneri* (Duncan et al., 1981; Lamberti et al., 2014).

## **2.C. LES AGENTS PARASITAIRES**

Il s'agit plus souvent d'une diarrhée trainante ou chronique qu'aigüe. Les principaux agents responsables sont l'*Entamoeba coli*, *Trichomonas intestinalis*, et *Giardia intestinalis*. L'amibiase est la parasitose intestinale la plus fréquente dans le monde, en particulier en milieu intertropica (Hofman, 2016).

### **3. DIAGNOSTIC BIOLOGIQUE DE LA DIARRHÉE VIRALE**

Les symptômes cliniques des gastro-entérites virales ne sont pas suffisamment spécifiques pour permettre le diagnostic de la maladie. Ce dernier repose exclusivement sur des techniques de détection directe du virus dans les selles (Lagare et al., 2017). Le prélèvement de selles doit être réalisé à la phase aiguë de la maladie : 2 à 3 g dans un récipient stérile à fermeture hermétique sont utiles. Il peut être transmis au laboratoire à température ambiante. Le prélèvement peut être conservé à +4°C pendant 72 heures mais au-delà il est nécessaire de le congeler à -30°C afin d'éviter une colonisation bactérienne trop importante et pouvant gêner la détection virale, ou à des fins de stockage prolongé (Van Maarseveen et al., 2010).

Les techniques immuno-enzymatiques (EIA, ELISA) de détection des antigènes directement dans les selles sont de loin les plus utilisées en pratique courante. Ces techniques ont pour point commun l'utilisation d'anticorps monoclonaux dirigés contre la protéine de groupe VP6 et spécifiques des RVA (Pereira et al., 1985; Phillips et al., 2009).

Très répandus, les tests immuno-chromatographiques (ICG) se présentent sous forme de test unitaire. Ils présentent l'avantage d'être faciles et rapides d'utilisation (10 à 15 minutes), ne nécessitant donc pas de personnel qualifié (Crehalet et al., 2009; Lagare et al., 2017).

Les techniques de biologie moléculaire sont plus souvent utilisées en épidémiologie pour caractériser les souches virales après extraction de l'ARN viral à partir d'une suspension à 20 % de selles dans un tampon approprié. Parmi la variété de techniques disponibles, l'amplification génique par transcription inverse ou RT-PCR permet à la fois la détection du génome viral directement dans les selles mais également de déterminer les génotypes G et P de rotavirus par couplage avec le séquençage (Al-Gallas et al., 2007; Bini et al., 2007; Lahon and Chitambar, 2011).

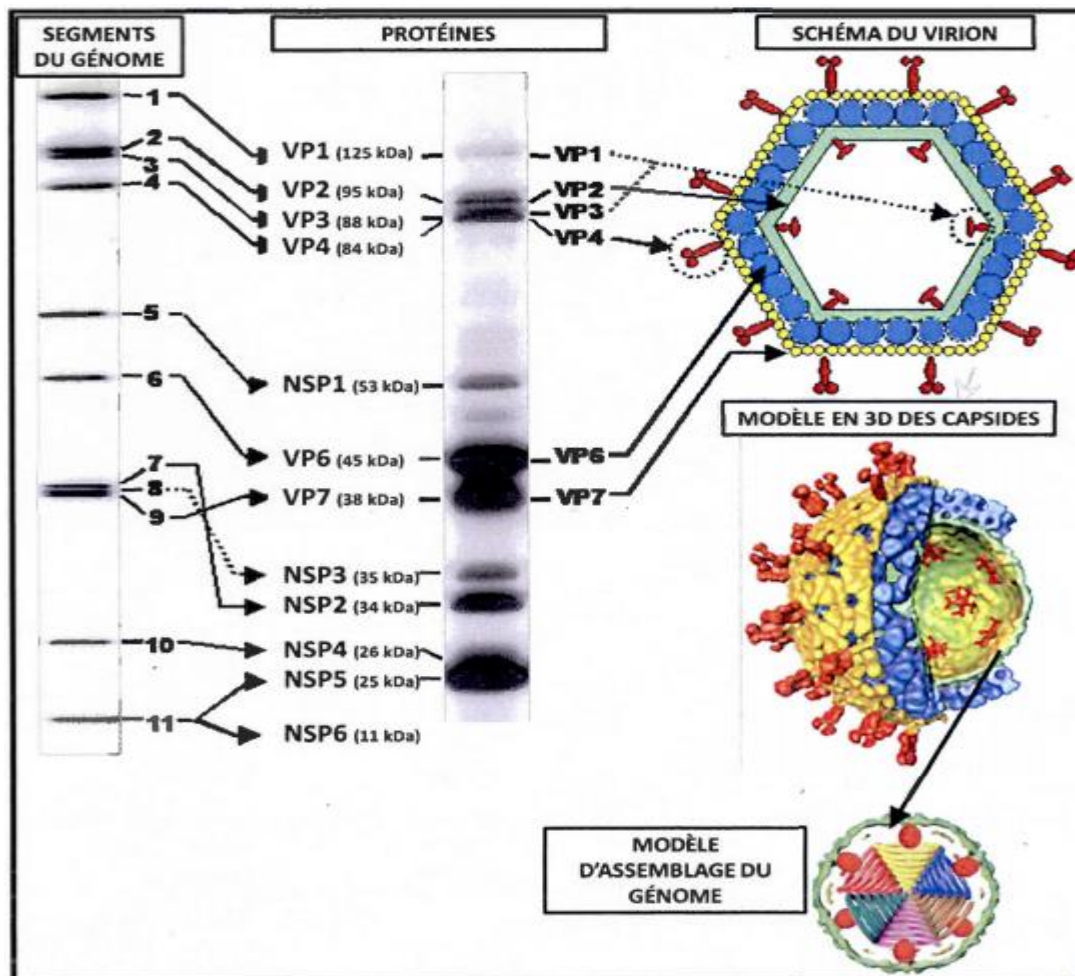


Figure 1: Segments du génome, protéines et modèle de la structure du virion du rotavirus. Cette figure a été adaptée de plusieurs publications (Gray and Desselberger, 2000; Pesavento et al., 2006).

Les 11 segments du génome de la souche SA 11 du rotavirus ont été séparés par électrophorèse. Chaque segment code pour une protéine sauf le onzième qui code pour NSP5 et NSP6. Ces protéines ont été mises en évidence par SDS-PAGE (excepté NSP6). Un schéma représentant les protéines structurales (VP) a été réalisé pour montrer la structure des trois capsides concentriques. Finalement un modèle en trois dimensions est présenté en gardant les mêmes couleurs que dans le schéma pour situer chacune des protéines. Le génome entouré de la première capside a aussi été modélisé.

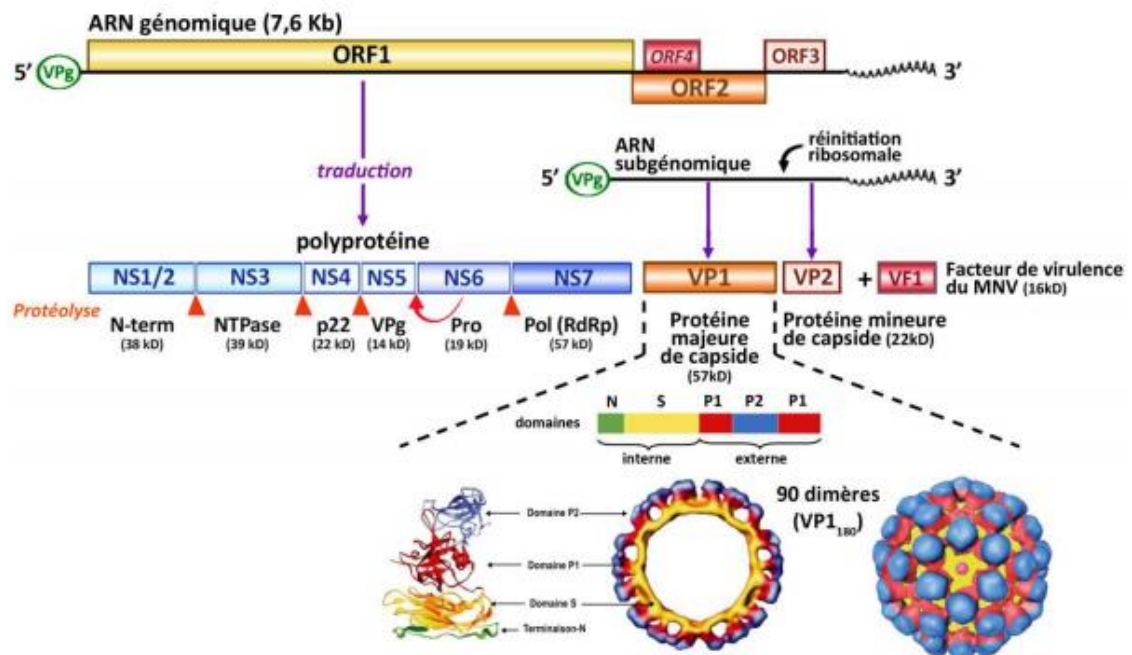


Figure 2: Organisation génomique et structure des norovirus.

Source : [https://www.sfm-microbiologie.org/wp-content/uploads/2019/02/VIRUS\\_NOROVIRUS.pdf](https://www.sfm-microbiologie.org/wp-content/uploads/2019/02/VIRUS_NOROVIRUS.pdf).

Le génome est organisé en 3 cadres de lecture ouverts (ORF ou open reading frame) bordés en 5' et 3' des régions non codantes.

L'ORF1 code une grande polyprotéine précurseur de 200 kDa qui fournira, suite à la protéolyse par une protéinase virale 3C-like, les 6 protéines non structurales NS1/2 à NS7. L'ORF2 code la protéine majeure de capside VP1 d'environ 60 kDa et l'ORF3 pour une protéine mineure structurale, VP2, dont la fonction exacte reste mal connue.

Les antigènes de capsides sont portés par la zone hypervariable du domaine P2 de la protéine VP1.

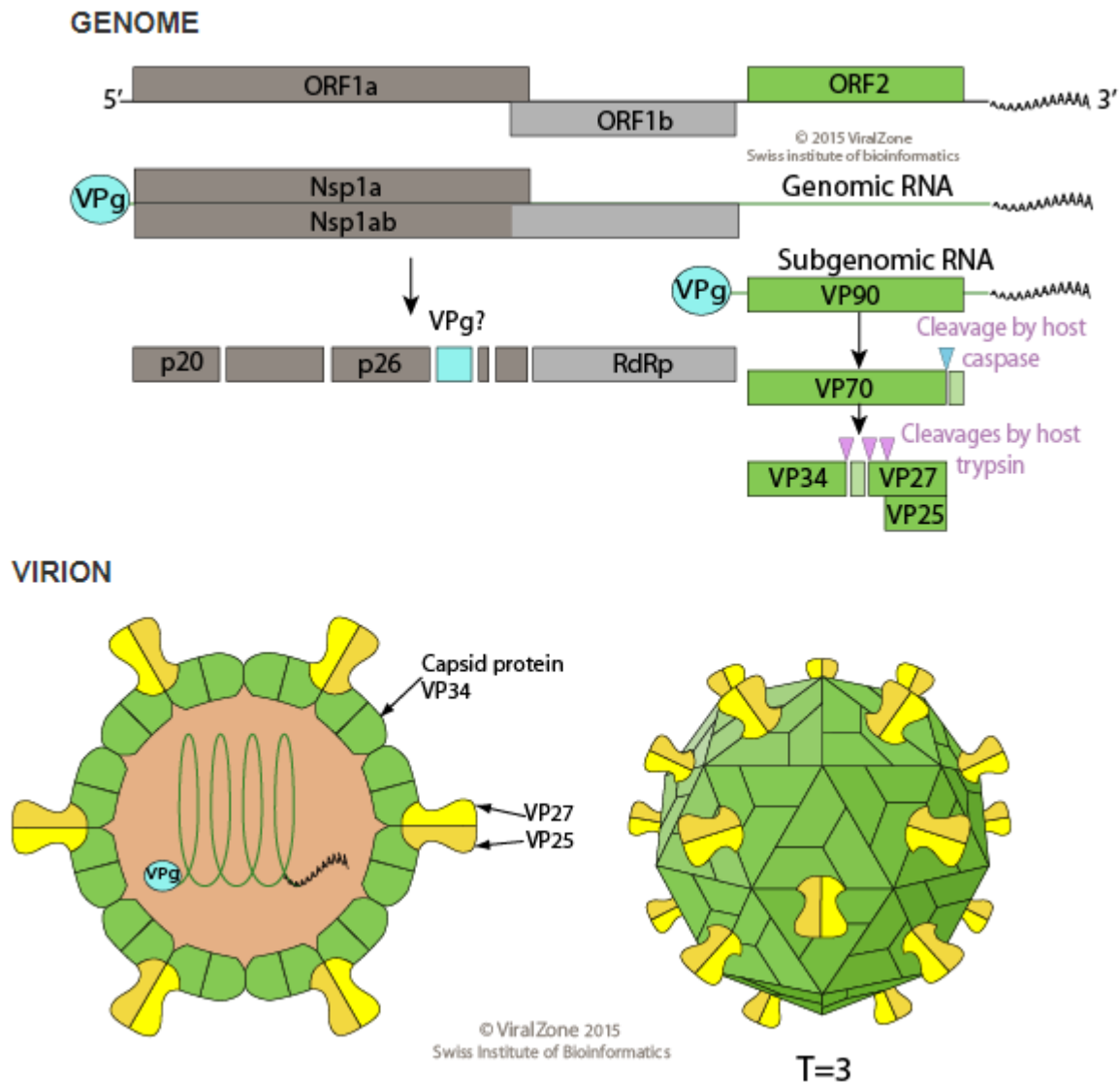


Figure 3: Structure des *Astrovirus* (Swiss, 2015).

Le génome contient trois cadres de lecture ouverts superposés (ORF1a, ORF1b et ORF2). Les protéines non structurales sont traduites à partir de l'ARN génomique comme deux grandes polyprotéines, Nsp1a et Nsp1ab. ORF1a et ORF1b encodent respectivement la protéase virale et la polymérase et probablement d'autres protéines impliquées dans la réplication génomique). ORF2 encode la protéine précurseur VP90.

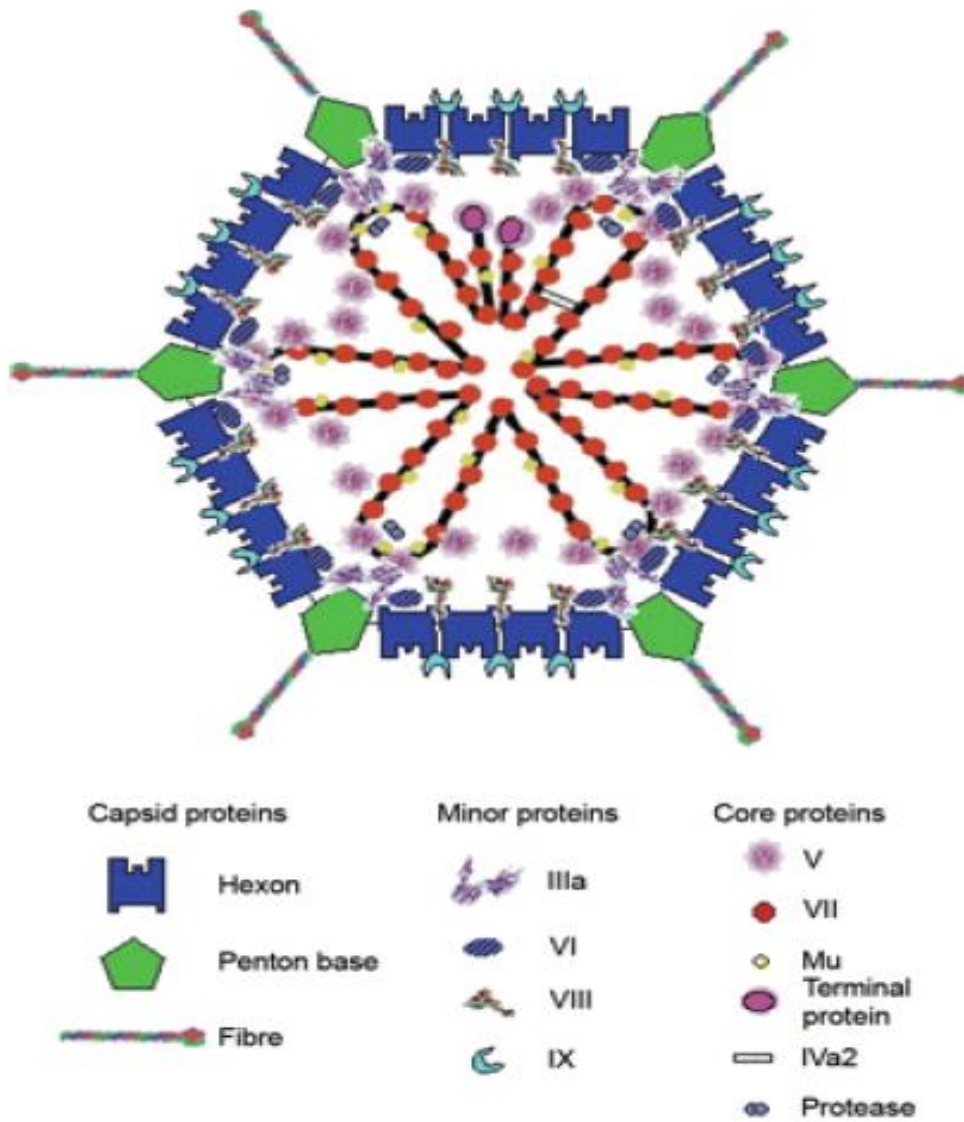


Figure 4: Structure des adenovirus avec les protéines mineurs et nucléocapsidiques (Russell, 2009).

## 4. ÉPIDÉMIOLOGIE DE LA DIARRHÉE A ROTAVIRUS

Les diarrhées à rotavirus sont une des premières causes de morbidité et mortalité chez l'enfant de moins de 5 ans. C'est l'une des maladies diarrhéiques les plus dévastatrices dans le monde (Figure 5). Les rotavirus sont responsables de 30% à 40% d'hospitalisations et plus de 500 000 décès par an chez les enfants de moins de 5 ans dans le monde (Tate et al., 2016). Près de 90% des décès dus aux rotavirus surviennent dans les pays à faible revenu en Afrique et en Asie (Khoury et al., 2011).

L'infection à rotavirus est en règle générale plus grave et significative sur le plan clinique chez les enfants de 3 à 35 mois, la première infection étant la plus prononcée. Après l'âge de 3 ans, presque tous les individus possèdent des anticorps contre le rotavirus. Cependant, suite aux contacts familiaux avec les adultes, 20 à 35 % des enfants infectés présenteront des symptômes, car l'immunité n'empêche pas la réinfection (Bernard et al., 2013).

Les infections à rotavirus diffèrent selon l'emplacement géographique et leur pic d'activité n'est pas le même à travers le monde. Les diverses études épidémiologiques montrent que les cinq combinaisons génotypiques, G1 P[8], G2 P[4], G3 P[8], G4 P[8] et G9 P[6], sont responsables à elles seules de 90 % des infections à rotavirus chez l'homme avec une prédominance du type G1P[8] (Figure 6). Des génotypes G inhabituels tels que G5, G6, G8 G10 ou G12 sont émergentes depuis quelques années dans plusieurs régions du monde, notamment dans les régions tropicales (Santos and Hoshino, 2005).

D'une saison à l'autre, il existe une variation naturelle de l'activité du rotavirus en raison de ses différentes souches (Payne et al., 2009). Une forte saison d'infections à rotavirus est souvent suivie d'une saison faible d'infections à rotavirus, représentant l'effet de cyclicité biannuelle du virus (Aliabadi et al., 2015). De plus, la saisonnalité des infections à rotavirus diffère selon l'emplacement géographique, ainsi le pic saisonnier n'est pas le même à travers le monde (Levy et

al., 2008). Dans les pays tempérés ces infections surviennent dans un contexte épidémique et saisonnier (Aliabadi et al., 2015). En revanche, dans les pays tropicaux les diarrhées virales surviennent tout au long de l'année (Benmessaoud et al., 2015).

En Afrique, la diarrhée à rotavirus est une cause majeure de gastroentérite chez les enfants âgés de moins de 5 ans (De Oliveira et al., 2013). Elle tue chaque année 215000 enfants de moins de 5 ans en Afrique (Tate et al., 2016). Soit plus de 50% du total mondial des décès causés par le rotavirus et environ 30% de toutes les hospitalisations chez les enfants de moins de 5 ans causés par le rotavirus (Mwenda et al., 2014). L'infection à rotavirus est moins grave dans les pays développés, puisqu'elle est évaluée entre 20 et 40 décès par an aux États-Unis (Yen et al. 2012) et entre 13 et 14 décès par an en France (Flahault and Hanslik, 2010).

Certains moyens de protection, de prévention et de traitement sont disponibles depuis plusieurs décennies, telles que l'allaitement maternel, la supplémentation vitaminique, l'amélioration des conditions de vie et la Thérapie par Réhydratation Orale (TRO)(King et al., 2003; Unicef, 2010; Bhutta et al., 2014). En plus, l'introduction d'un programme de vaccination est nécessaire afin de réduire la mortalité et la morbidité liées aux infections à rotavirus. Dans ce cadre, des vaccins contre le rotavirus ont été développés et sont approuvés dans plus de 100 pays à travers le monde (Glass et al., 2005; Tate and Parashar, 2014).

En Mauritanie, les diarrhées à rotavirus constituent l'une des principales causes de décès chez les enfants de moins de 5 ans. Selon les estimations de l'OMS, environ un tiers de toutes les hospitalisations dues aux diarrhées chez les moins de cinq ans sont causées par le rotavirus (OMS, 2013). Mais la prévalence des souches reste inconnue et il n'y a pas de données publiées sur les hospitalisations dues aux diarrhées dans les milieux hospitaliers en Mauritanie.



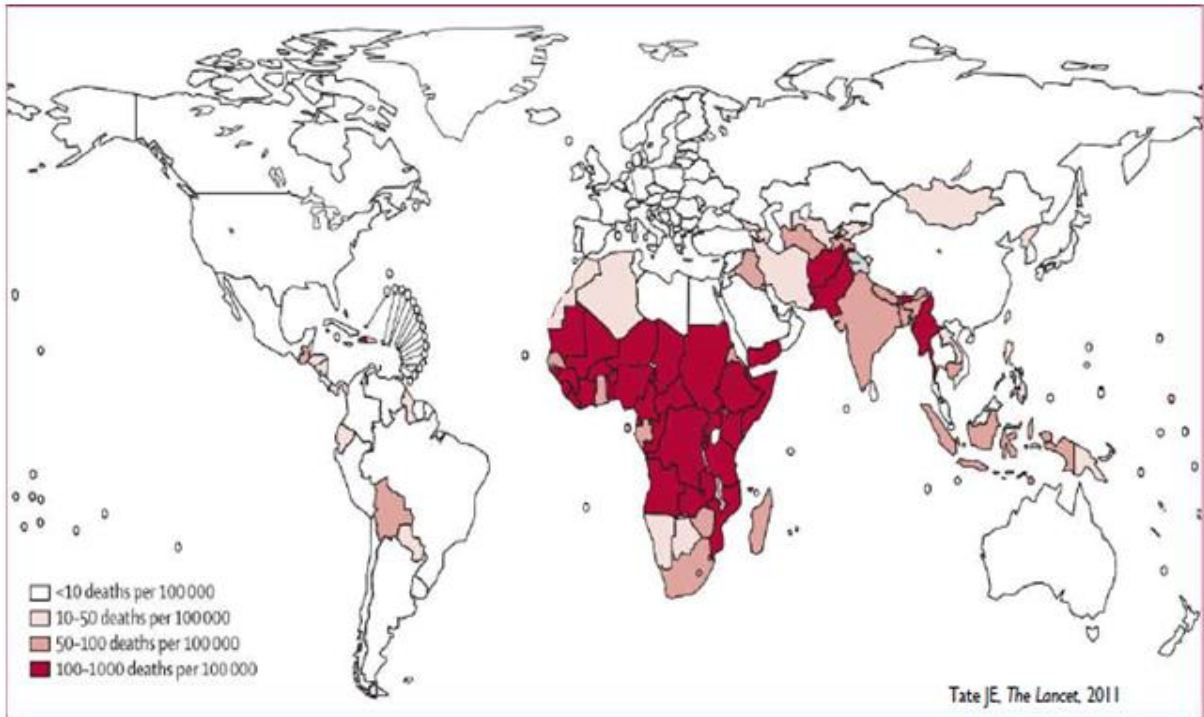


Figure 5 : Distribution de la mortalité associée au RV chez les enfants de moins de 5 ans au niveau mondial (Tate et al., 2011).

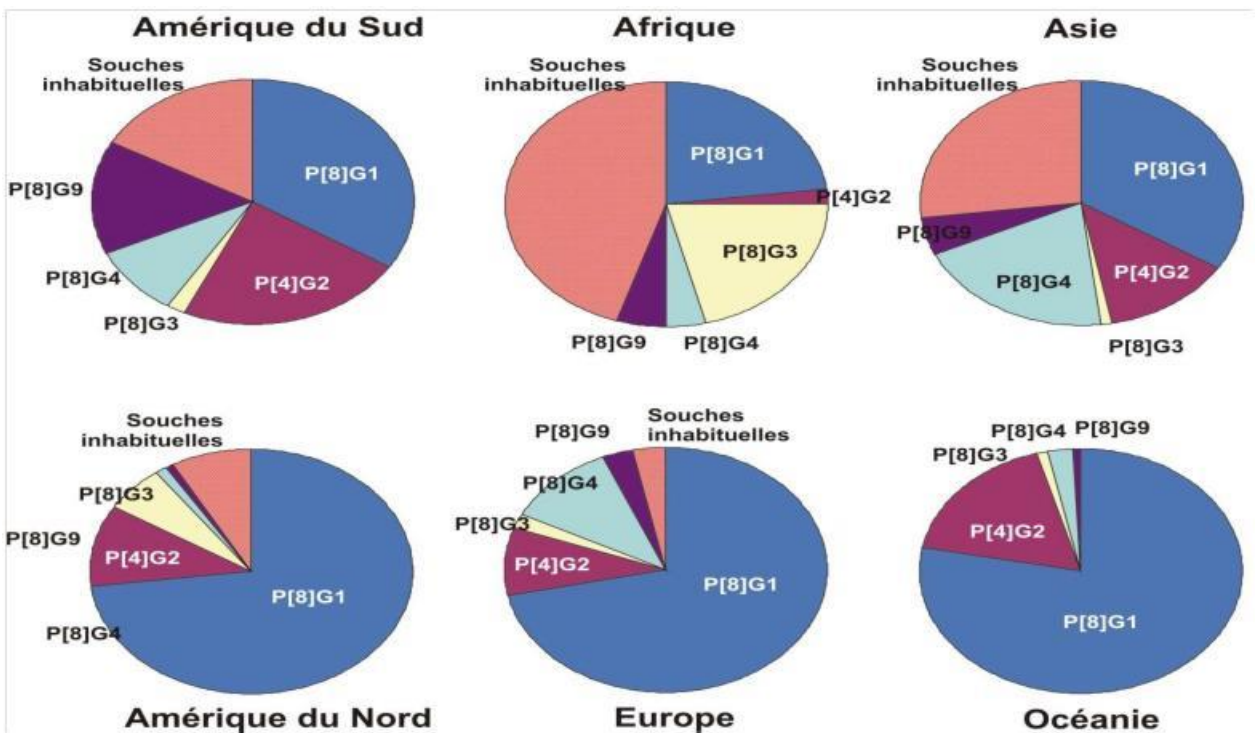


Figure 6 : Répartition des souches (Journée Interrégionale du CCLIN Est, 2009).

## 5. FACTEURS DE RISQUES

Plusieurs facteurs concourent à la fréquence et à la gravité des maladies diarrhéiques. Toutefois, la revue de littérature renseigne sur ces facteurs à travers un certain nombre d'approches (Mock et al., 1993; Kouamé et al., 2014).

### 5.A. FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

Les facteurs environnementaux sont responsables de plus de 21% de la charge globale des maladies (Bouba Djourdebbé et al., 2015). Toutefois, l'influence de l'environnement peut être appréhendée à travers le climat, l'eau, l'assainissement et l'hygiène. Le climat intervient considérablement dans la chaîne causale de la morbidité des maladies infectieuses ; en offrant des conditions propices à la survie ou à la multiplication des agents pathogènes (Al-Ghamdi et al., 2009).

L'eau aussi est un facteur de contamination de plusieurs maladies infectieuses. C'est un véhicule qu'empruntent beaucoup de germes ou leurs vecteurs. La qualité et la disponibilité de l'eau ont un impact sur les maladies diarrhéiques des enfants par le biais de la consommation, la préparation des aliments, l'hygiène personnelle et l'hygiène dans le ménage. En améliorant l'assainissement et la qualité de l'eau, 32% de mortalités infantiles par les maladies diarrhéiques peuvent être évitées (Prüss-Ustün et al., 2014).

### 5.B. FACTEURS DÉMOGRAPHIQUES

Les facteurs démographiques tels que l'âge et le sexe ont été classiquement reconnus comme des facteurs associés aux maladies diarrhéiques chez les enfants. L'âge de l'enfant est le premier indicateur à considérer pour les maladies diarrhéiques. La survenue de la diarrhée s'observe essentiellement au cours des deux premières années de vie (Scharf et al., 2014) et diminue progressivement avec l'âge, du fait de l'acquisition d'une immunité à travers l'exposition fréquente aux germes (MacRitchie et al., 2013).

Selon certaines études, le lait maternel favorise la protection immunologique du nourrisson et contribue à diminuer la gravité des maladies diarrhéiques, et donc prévenir les décès qui y sont associés (Lamberti et al., 2013; Lamberti et al., 2014; Hanieh et al., 2015). L'allaitement maternel exclusif est recommandé jusqu'à 6 mois car il protège le nouveau-né contre les infections diarrhéiques. En effet, le risque de mortalité augmente chez les nourrissons qui sont partiellement nourris au sein ou qui ne le sont pas du tout (Hanieh et al., 2015).

L'âge et la fécondité de la mère ont une forte influence sur la survie de l'enfant, notamment pendant la période néonatale (Akseer et al., 2015). Plus la mère est jeune (moins de 20 ans), plus le risque de décès de ses enfants est élevé (Biswas et al., 2018). Les perceptions, comportements et attitudes face à la maladie de l'enfant sont fonction de l'âge de la mère (Vallin et al., 2002). Ceci est surtout accentué par les maternités précoces et le manque d'expérience de la mère en matière de prévention des maladies diarrhéiques et des soins nutritionnels à apporter à l'enfant (Bouba Djourdebbé et al., 2015).

Le rôle du sexe de l'enfant est souligné dans la littérature comme une variable discriminante de la prévalence de la diarrhée chez les enfants (Boco, 2013). En effet, on note une plus grande vulnérabilité des garçons âgés (0-1 ans), entraînant leur mortalité à cet âge. Certains auteurs estiment que cette situation est due à une moindre résistance des garçons par rapport aux filles, mais il n'y a aucune explication définitive pour ce constat (Bouba Djourdebbé et al., 2015). Cette surmortalité masculine est observable dans la plupart des pays africains (Boco, 2013). Le sexe de l'enfant reste un support de différence psychologique, sociologique tout aussi important que les différences génétiques elles mêmes (Bouba Djourdebbé et al., 2015).

La migration est aussi un facteur démographique important, les enfants des migrants du milieu rural vers le milieu urbain ont plus de risques d'être atteints par des maladies diarrhéiques (Kouamé et al., 2014). Dans les pays Africains, les

enfants vivent souvent dans des milieux semi-urbains (Egondi et al., 2013). Par exemple, 70% de la population urbaine en Afrique réside dans des bidonvilles caractérisés par des niveaux très élevés de morbidité et de mortalités chez les enfants de moins de 5 ans (Garenne, 2010). Ces milieux urbains peuvent parfois aussi favoriser l'apparition de foyers épidémiques des maladies diarrhéiques (Hardoy and Satterthwaite, 2014).

#### 5.C. FACTEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES ET CULTURELS

Les facteurs socio-économiques et socioculturels jouent un rôle important dans l'occurrence des maladies diarrhéiques. En effet, ces facteurs déterminent non seulement la disponibilité des moyens mais agissent sur la morbidité diarrhéique chez les enfants via les comportements sanitaires des parents (Mock et al., 1993; Ndugwa and Zulu, 2008).

En ce qui concerne les facteurs socio-économiques, l'indicateur pertinent qui permet de caractériser le niveau des ménages est le revenu et le reflet de l'activité des parents ; mais le revenu est bien souvent difficilement évaluable en Afrique. Il peut être un indicateur surtout chez les ménages où la qualité d'habitat est très basse (Gastañaduy et al., 2013).

En ce qui concerne les facteurs socioculturels, les indicateurs pertinents qui peuvent influencer la morbidité de la diarrhée chez les enfants sont la religion et l'instruction des parents. Ces indicateurs varient suivant la connaissance et l'application des règles d'hygiène ainsi que l'interprétation des symptômes, la réaction des parents face à la maladie et les recours thérapeutiques (Vallin et al., 2002; Mwenda et al., 2010).

#### 5.D. FACTEURS NUTRITIONNELS

La diarrhée peut être considérée comme étant à la fois la cause et la conséquence de la malnutrition. En effet la diarrhée empêche les enfants de

rattraper le retard de croissance et la malnutrition augmente la fréquence et la durée des épisodes diarrhéiques entraînant un cercle vicieux. Elles sont fréquemment associées, particulièrement chez les enfants de moins de 5 ans (Schlaudecker et al., 2011).

Les résultats de nombreuses études démontrent la fréquente association entre la sous-nutrition, le ralentissement de la croissance, l'infection et la maladie diarrhéique ; et l'étroite relation entre état nutritionnel, la fréquence et la sévérité de la diarrhée. Les enfants malnutris avec une insuffisance de poids à la naissance sont plus sujets à la diarrhée persistante et encourrent près de 10 fois plus le risque de décéder à cause de la diarrhée (Black et al., 2008; Kumar and Subita, 2012).

La malnutrition de l'enfant peut être envisagée comme la conséquence d'un certain nombre de facteurs tels que l'insuffisance ou l'utilisation incomplète des aliments, et l'insuffisance alimentaire peut être elle-même liée à l'insuffisance de l'allaitement maternel ou à la quantité et la qualité d'aliments disponibles pour la famille et/ou à l'état de santé de l'enfant (Schlaudecker et al., 2011).

Les enfants pauvres et affamés qui vivent dans des zones difficiles d'accès sont plus exposés à ces facteurs de risque. La stratégie de lutte concerne les mesures d'hygiène d'ordre général et l'éducation nutritionnelle ainsi que l'allaitement maternel qui devrait être encouragé (Bado et al., 2016).

Enfin, il existe des facteurs prédisposant à la diarrhée à RVs qui sont en lien avec le virus causant l'infection. En effet, plusieurs caractéristiques concernant le RV peuvent potentiellement affecter le développement de signes cliniques plus sévères chez l'individu infecté: la dose d'inoculation, la virulence de la souche virale et la présence d'une souche virale homologue ou hétérologue (Ward et al., 1996; Lundgren et al., 2000; Ramig, 2004; Fenaux et al., 2006; Alfajaro and Cho, 2014).

## 6. PROGRAMMES DE LUTTE

Les programmes de lutte consistent en l'application de mesures concernant l'amélioration de l'hygiène, la qualité de l'eau, l'allaitement maternel et la vaccination pour éradiquer ou diminuer la morbidité des maladies. Ces programmes ne sont pas largement utilisés dans les pays en voie de développement ou bien ils sont uniquement focalisés sur un seul pathogène à cause de leur coût élevé ou parce que les services sont dispensés de manière fragmentée et que les sujets les plus exposés n'en bénéficient pas (WHO, 2012).

Tout programme de lutte nécessite une surveillance épidémiologique efficace, des moyens de diagnostic biologique, une prise en charge thérapeutique et un véritable système de vaccination (Abat et al., 2016).

### 6.A. SURVEILLANCE ÉPIDÉMIOLOGIQUE

La surveillance épidémiologique est une méthode fondée sur des enregistrements permettant de suivre de manière régulière et prolongée l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population donnée (Bouvet and Grimont, 2001).

Elle permet aux décideurs d'évaluer l'impact sanitaire ou économique d'une maladie et de mettre en œuvre les différentes actions possibles de lutte (Declich and Carter, 1994). Les premiers systèmes de surveillance ont été mis en place dans les pays développés. En effet, les informations épidémiologiques fournies par ces systèmes ont permis de détecter précocement l'apparition d'épidémies, de planifier les actions de prévention et d'évaluer l'impact des interventions (Cazein et al., 2010). Une nouvelle stratégie de surveillance appuyée par l'OMS a été développée dans les pays en voie de développement. Elle vise à réduire la mortalité et la morbidité des maladies infectieuses, par l'amélioration des compétences du personnel soignant pour la prise en charge des cas et la mise en place d'un système

de surveillance permettant de déclarer les épidémies des maladies à déclaration obligatoires (Chan and Lake, 2013).

Les pays africains ont adoptés une stratégie de surveillance intégrée de la maladie et riposte (SIMR). Les cibles principales de ce système sont les maladies qui causent une grande morbidité et mortalité (diarrhée, pneumonie, VIH, Hépatite, coqueluche, paludisme, trachome, tuberculose et schistosomiasis), celles à potentiel épidémique (cholera, shigella, rougeole, méningite, peste, fièvres hémorragiques et grippe aviaire) ainsi que celles qui entrent dans un processus de contrôle, d'élimination ou d'éradication (poliomyélite, dracunculose, lèpre et tétanos)(Nsubuga et al., 2002).

Pour la lutte contre les maladies diarrhéiques, la stratégie de surveillance doit être associée aux mesures d'hygiène et à un programme de vaccination pour prévenir les conséquences de la diarrhée aiguë (Chan and Lake, 2013).

## 6.B. PROGRAMME DE VACCINATION

Le programme de vaccination consiste à empêcher la diffusion des micro-organismes dans les populations et à protéger les personnes les plus fragiles comme les enfants de moins de 5 ans et les sujets immunodéprimés ou âgés contre ces agents infectieux (Glass et al., 2005). Il est l'une des mesures de santé publique les plus efficaces connues jusqu'à maintenant. Il permet de prévenir les maladies ou les complications engendrées par les infections dans la population (Nsubuga et al., 2002).

La vaccination contre les maladies diarrhéiques offre le meilleur espoir pour la prévention des diarrhées sévères. Depuis 2006, deux vaccins anti RV ont été mis au point et introduits dans le programme de vaccination de plusieurs pays : Le Rotarix® (RV1) à deux doses, et le RotaTeq® (RV5) à trois doses, les deux étant administrés par voie orale (Valenciano et al. 2013). Le RV5 est un vaccin pentavalent formé de cinq souches réassorties de virus humain-bovin du génotype

P1A[8] et des sérotypes G1, G2, G3 et G4 (Dennehy et al. 2011). Le RV1 est un vaccin monovalent à rotavirus humain vivant atténué de sérotype G1P[8] (Soares-Weiser et al., 2012). Les doses subséquentes doivent être administrées après un intervalle minimal de quatre semaines suivant la dose précédente et avant l'âge maximal de huit mois (Riedmann, 2014).

#### 6.B.a. ÉTUDES CLINIQUES

Les résultats des études cliniques réalisées avant la mise sur le marché des vaccins antirotavirus ont démontré une très bonne efficacité clinique des deux vaccins. Suite à un essai clinique randomisé composé d'environ 70000 participants âgés entre six et 12 semaines et provenant de 11 pays (Vesikari et al., 2006).

Le RV5 était efficace à 96 % et à 59 % contre les hospitalisations pour rotavirus et diarrhée de toutes causes respectivement. Pour le RV1, les essais cliniques randomisés composés d'environ 60000 sujets âgés entre six et 13 semaines et provenant de 11 pays a démontré une efficacité de 85 % (Ruiz-Palacios et al., 2006).

Les essais cliniques réalisés dans plusieurs pays sous-développés en Asie et en Afrique ont démontré une efficacité moins faible de 48 % et 61 % contre les hospitalisations pour rotavirus et diarrhée de toutes causes respectivement, puisque les souches inhabituelles sont les souches dominantes dans ces pays et le niveau de base du taux de mortalité reliée aux infections à rotavirus était aussi très élevé (Madhi et al., 2010; Dennehy et al., 2011; Gastañaduy et al., 2013).

Ces vaccins ont permis également de réduire le taux de morbidité chez les enfants non vaccinés (Patel et al., 2011; Armah et al., 2016). Néanmoins, les réductions dans les cas sévères de diarrhée et de décès étaient attendues, ce qui a poussé l'OMS à recommander l'utilisation des deux vaccins anti-rotavirus à travers le monde (Glass and Parashar, 2014).



## 6.B.b. ÉTUDES D'IMPACT

L'étude d'impact permet de déterminer la réduction relative de la morbidité de la maladie en comparant l'utilisation des soins de santé liés à la maladie visée par le vaccin durant les périodes pré- et post-introduction du programme chez une population spécifique (Hanquet et al., 2013).

Pour déterminer l'impact d'un vaccin, on doit suivre les tendances des hospitalisations, déterminer la saisonnalité de l'infection et comparer la charge de morbidité avant et après l'introduction de ce vaccin

On peut utiliser plusieurs sources de données comme les données administratives, les données des laboratoires et les données de réclamations d'assurance et on peut mesurer les taux d'hospitalisations, les nombre de décès et les tests positifs pour l'infection.

En ce qui concerne la vaccination anti-rotavirus, puisque l'efficacité du vaccin est plus élevée contre les infections à rotavirus, l'impact de la vaccination est majoritairement observé dans la réduction des hospitalisations pour la diarrhée à rotavirus (Shah et al., 2017).

Des études réalisées dans plusieurs pays ont montré une réduction significative du nombre des hospitalisations liées à la diarrhée, cette réduction a pu atteindre 81% des hospitalisations pour GEA à RV chez les enfants de moins d'un an au niveau des pays industrialisés (Giaquinto et al., 2010), ce qui a permis de réduire les coûts directs de prise en charge des enfants malades. Le tableau ii résume des études d'impact qui ont été conduites à travers le monde.

Tableau ii : Études d'impact les plus pertinentes

Étude	Année post-vaccination étudiée	Événement mesuré	Source de données	Résultats : (%) réduction chez les < 5 ans
Afrique				
Groome et al., 2016	2010-2014	Hospitalisations	Base de données médico-administratives	44.9% - 65.4%
Enweronu-Laryea et al., 2014	2012-2014	Hospitalisations	Base de données médico-administratives	49.7%
(Armah et al., 2016)	2013-2015	Hospitalisations	Base de données médico-administratives	49%
Amérique				
Leshem et al., 2015	2008-2012	Hospitalisations	Banque de données de réclamations d'assurance	GEA 43% RV 79%
(Gastañaduy et al., 2013)	2009-2011	Deaths	Base de données médico-administratives	43%-55%
(Aliabadi et al., 2015)	2007-2014	Test positifs pour le rotavirus	Résultats de laboratoire	57.8%-89.9%
Union Européenne				
(Paulke-Korinek et al., 2013)	2010-2011	Test positifs pour le rotavirus	Résultats de laboratoire	74%
(Raes et al., 2011)	2008-2009	Test positifs pour le rotavirus	Résultats de laboratoire	68%
(Zeller et al., 2010)	2007-2009	Test positifs pour le rotavirus	Résultats de laboratoire	50%
Australia				
(Macartney et al., 2011)	2008-2009	Hospitalisations	Base de données médico-administratives	75%
Dey <i>et al.</i> , 2012	2008-2010	Hospitalisations	Base de données médico-administratives	GEA 38% RV 71%

## 7. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

En Mauritanie, la population encourt de graves risques sanitaires et beaucoup d'enfants souffrent des maladies diarrhéiques (Sy et al., 2017). Elles constituent l'une des principales causes de décès chez les enfants de moins de 5 ans, après les maladies des voies respiratoires (Touray et al., 2012).

Les données de l'Office National des Statistiques indiquent que la morbidité des diarrhées infantiles varie selon le milieu et la région de résidence et le nombre moyen d'épisodes a été estimé à 9 épisodes/enfant/an (ONS–Mauritanie, 2008; UNICEF, 2015).

### 7.A. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

La République Islamique de Mauritanie (RIM) est située entre les 15ème et 27ème degrés de latitude Nord et les 5ème et 17ème degrés de longitude Ouest. Elle est caractérisée par une superficie de 1 030 000 km<sup>2</sup>. La Mauritanie est limitée au nord-ouest par le Maroc, au nord-est par l'Algérie, au sud-est par le Mali, et par le Sénégal au sud-ouest. À l'ouest, le pays est limité par l'Océan Atlantique et ses côtes s'étendent sur près de 600 km. Elle est l'un des pays de l'Afrique du Nord, dont plus des deux tiers du territoire sont désertiques, notamment dans la partie septentrionale. La partie méridionale est sahélienne, tandis que la zone côtière connaît un climat relativement doux, avec une saison pluvieuse d'environ quatre mois (de juin à septembre). Le relief est marqué par quelques massifs montagneux et de hauts plateaux présentant généralement des affleurements rocheux. Cette fragilité de l'écologie liée à l'aridité du climat contraint la population à se concentrer dans les zones les plus viables économiquement et dans les centres urbains (ONS, 2013).

Au centre et au nord du pays, le relief est constitué par les massifs montagneux de l'Assaba, du Tagant et de l'Adrar qui culminent à 400 et 500 mètres. Les parties les plus hautes sont, en général, constituées de roches dures qui

forment des falaises abruptes. À l'exception de la plaine alluviale du Sénégal, appelée Chemama, large de 10 à 25 kilomètres, le reste du pays est constitué en grande partie d'alignements de dunes tels ceux de la grande région de sable qui s'étend à l'est du Tagant et de l'Adrar. Par ailleurs, la Mauritanie ne possède qu'un seul cours d'eau permanent, le fleuve Sénégal, qui constitue une limite naturelle avec le Sénégal. Du point de vue climatique, la Mauritanie est caractérisée par un climat généralement chaud et sec, saharien au nord et sahélien au sud. Il est doux en bordure de l'Océan Atlantique et connaît quatre mois de saison de pluies (de juin à septembre)(Africa, 2014).

## 7.B. SITUATION DÉMOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE

Selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat de 2013, la population Mauritanienne est de 3.537.368 habitants avec une densité de 3,43 habitant/km<sup>2</sup> avec de fortes disparités selon les régions. Par exemple, la capitale Nouakchott héberge 27.1% de la population du pays, tandis que la région d'Inchiri en abrite seulement 0.6% (Tableau iii). Le taux d'accroissement annuel est de 2,4%, l'espérance de vie à la naissance de 63 ans et le taux de fécondité est de l'ordre de 4.6 enfants par femme. La répartition de la population selon l'âge n'a pas connu de changements majeurs depuis l'indépendance. Ainsi 44% de la population a moins de 15 ans, 54% moins de 20 ans et seulement 6% plus de 60 ans (Tableau iv)(ONS, 2013).

Le territoire est découpé en 15 Wilayas, 57 Moughataa et 218 communes ; il compte aussi à la date du dernier recensement plus de 5 000 localités rurales de taille variable. Le pays compte deux villes principales que sont Nouakchott, la capitale politico-administrative, et Nouadhibou la capitale économique, qui abrite le deuxième port du pays (Mauritanie, 2017).

Tableau iii : Distribution de la population par région (Wilaya)

Wilaya	Population totale de la Wilaya	Proportion	Superficie Km2	Densité Hbts/km2
Hodh El Charghi	430 668	12,2%	182 700	2,36
HEG	294 109	8,3%	53 400	5,51
Assaba	325 897	9,2%	36 600	8,90
Gorgol	335 917	9,5%	13 600	24,70
Brakna	312 277	8,8%	33 000	9,46
Trarza	272 773	7,7%	67 800	4,02
Adrar	62 658	1,8%	215 300	0,29
D-Nouadhibou	123 779	3,5%	17 800	6,95
Tagant	80 962	2,3%	95 200	0,85
Guidimagha	267 029	7,5%	10 300	25,93
Tiris Zem.	53 261	1,5%	258 580	0,21
Inchiri	19 639	0,6%	46 300	0,42
Nouakchott	958 399	27,1%	1 000	958,40

SOURCE: Recensement général de la population et de l'habitat 2013.

Tableau iv : Indicateurs démographiques de la population en Mauritanie

Indicateurs	Valeur
Population de moins d'un an (0 an)	3,40%
Population de moins de 5 ans (0-4 ans)	17,40%
Population de 6-11 ans	16,20%
Population de 6-14 ans	23,10%
Population de moins de 15 ans (0-14 ans)	44,20%
Population de 15-59 ans	50,20%
Population de 65 ans et plus	3,90%
Population de 60 ans et plus	5,60%
Population de 18 ans et plus	49,50%
Population de moins de 18 ans	50,50%
Population des femmes en âge de procréer (15-49 ans)	46,40%
Age moyen de la population	22ans
Age médian de la population	17 ans
Taux d'accroissement annuel moyen de la population (%)	2,77%
Taux brut de natalité(‰)	32
Densité de la population (habitants au km2)	3,4
Taux d'accroissement annuel moyen de la population (%)	2,77%

SOURCE: Recensement général de la population 2013.

## 7.C. SITUATION ÉCONOMIQUE

L'économie du pays est basée sur l'exploitation minière (minerai de fer, plâtre, etc..) et sur la pêche. L'activité industrielle est concentrée dans les wilayas de Nouadhibou, Nouakchott, Inchiri et Tiris Zemmour. Elle contribue au peuplement de ces wilayas par l'attraction de flux migratoires importants composés essentiellement d'hommes en âge d'activité à la recherche d'emplois. L'exploitation pétrolière est récente, les premiers gisements n'ayant été découverts qu'en 2001.

Les activités agricoles et pastorales traditionnelles occupent la majeure partie de la population active et ont engendré deux modes de vie juxtaposés : en règle générale, les agriculteurs sont sédentaires tandis que les éleveurs sont nomades. Si l'agriculture concerne essentiellement les populations de la vallée du fleuve Sénégal, les activités pastorales, elles, sont pratiquées surtout par les nomades qui se déplacent tout au long d'année à la recherche des pâturages dans un mouvement de transhumance pouvant les conduire dans les pays limitrophes comme le Mali et le Sénégal.

La politique économique est centrée sur la mise en œuvre du Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté dont le premier plan d'action couvre la période 2001-2004, le second couvre la période 2006-2010 et le troisième couvre la période 2011-2015 (Mauritanie, 2017).

## 7.D. ORGANISATION DU SYSTÈME DE SANTÉ

L'organisation du système de santé est régie par le décret N° 86/91 du 7/11/1991, portant attribution du Ministre de la Santé et des Affaires Sociales et l'organisation de l'administration centrale de son département et le décret N° 89-064 fixant l'organisation des formations sanitaires régionales. L'organisation du système de santé est calquée sur le découpage administratif ; il est de type pyramidal et comprend trois niveaux :

#### 7.D.a. Niveau central

Ce niveau regroupant le cabinet du Ministre, l'Inspection générale de la Santé, les Directions Centrales avec leurs services et divisions ainsi que les programmes de santé.

#### 7.D.b. Niveau intermédiaire

Il regroupe les Directions Régionales de la Promotion Sanitaire (DRPS) qui comprennent les services sanitaires régionaux. Le niveau régional, avec son Directeur Régional de l'Action Sanitaire (DRAS), responsable des services socio-sanitaires régionaux. Il dépend administrativement du Wali. Il est assisté de sept chefs de services régionaux et/ou point focaux des programmes prioritaires : Un chef de service des soins et santé primaires, un chef de service d'hygiène et d'assainissement, un chef de service à l'action sociale.

Un Point focal du Système National d'Information Sanitaire (SNIS), un Point focal de la surveillance épidémiologique, un Point focal du Programme Élargi de Vaccination (PEV), un Point focal de la Santé Reproductive (SR), un Point focal du Ver De Guinée (VDG), et finalement un Point focal du Système National Tuberculose/Lèpre (SNTL). Il a également sous sa tutelle le responsable du dépôt pharmaceutique régional.

#### 7.D.c. Niveau périphérique

Il est constitué des circonscriptions sanitaires de Moughataa. Le Médecin chef de la Moughataa responsable de la supervision des activités sanitaires de la Moughataa dépend administrativement du Hakem (préfet). Il dirige le centre de santé de la Moughataa et a sous sa tutelle le personnel des postes de santé et les agents de santé communautaires.

## 7.E. POLITIQUE DE SANTÉ

L'amélioration de l'état de santé des populations est une priorité de la politique sanitaire en Mauritanie. Cette politique s'appuie essentiellement sur les Soins de Santé Primaires (SSP). Le document de Politique Nationale pour la Santé, 2005-2015, (PNDS 2012-2015) cible prioritairement la santé de la mère et de l'enfant, la lutte contre les grandes endémies et les maladies émergentes, la protection sociale par la prise en charge des soins de santé de la majorité des personnes en situation de grande pauvreté et l'exclusion sociale. Ce document souligne la volonté du gouvernement mauritanien d'inscrire son action politique dans les Objectifs de Développement du Millénaire (ODM).

Le gouvernement mauritanien a également développé des politiques sous-sectorielles. Un Plan Stratégique sur la Santé Reproductive (PSSR) a été élaboré pour la période 2003-2007 et actualisé pour 2009-2013. L'axe principal de ce plan consiste à renforcer l'accès des mères et des nouveau-nés à des services de qualité à toutes les étapes de la grossesse, de l'accouchement et du suivi, particulièrement en cas de complication.

## 7.F. ORGANISATION DES SOINS

Au niveau du sommet de la pyramide se trouvent les hôpitaux de référence : le Centre Hospitalier National, le centre hospitalier mère-enfant, le centre hospitalier cheikh zayed, le centre hospitalier Amitié, le Centre Neuro-Psychiatrique, le Centre d'Orthopédie et de Réadaptation Fonctionnelle et le Centre National d'Hygiène à Nouakchott. Au niveau régional, il existe 12 hôpitaux régionaux sur les 13 prévus pour couvrir toutes les Wilayas du pays. Ils présentent des situations et des potentialités très variées. Certains hôpitaux disposent d'infrastructures et d'équipements qui pourraient leur permettre de jouer leur rôle de référence régionale, aussi bien au niveau médical que chirurgical.



Au niveau des Moughataas existe le Centre de Santé, composé d'une unité de soins curatifs et d'une unité de soins préventifs. Ces Centres de Santé sont classés en type A disposant de plus de 10 lits d'hospitalisation, d'un laboratoire, d'un service de radiologie et d'un service de chirurgie dentaire; et en type B disposant de 10 lits d'hospitalisation dont 4 lits pour la maternité et un petit laboratoire. Il y a actuellement 13 centres de santé de type A (dont 3 à Nouakchott) et 40 centres de santé de type B. Tous ces centres sont dirigés par un médecin chef. Le paquet minimum d'activités des Centres de Santé concerne la consultation primaire curative, la consultation pré et postnatale, l'accouchement, le suivi des enfants de moins de 5 ans, la vaccination, l'espacement des naissances, la distribution de médicaments essentiels.

#### 7.G. SITUATION SANITAIRE

Malgré les progrès réalisés, la situation sanitaire est marquée par des indicateurs d'impact encore élevés. Les enquêtes socio sanitaires nationales ont permis de mieux définir le profil sanitaire et de dégager les principaux problèmes de santé. L'on retiendra que ce profil est dominé par :

- Les maladies infectieuses au premier rang desquelles il faut citer le paludisme, la tuberculose, les IST/VIH/SIDA, les parasitoses intestinales et urinaires, les infections broncho-pulmonaires, oropharyngées et oculaires, et les dermatoses infectieuses ; chez l'enfant, ces pathologies sont largement dominées par les diarrhées, les infections respiratoires aiguës et le paludisme (ONS, 2013);
- Les déséquilibres nutritionnels en particulier chez le couple mère enfant, avec une prépondérance de la malnutrition protéino-calorique, des carences en micronutriments (fer, vitamine A, iode, ...) et des surcharges pondérales ;
- Les pathologies périnatales avec leurs conséquences sur la santé de la mère et de l'enfant ;

- Les maladies émergentes liées aux facteurs environnementaux et/ou aux changements comportementaux des individus et des collectivités ; ce groupe est particulièrement dominé par : (i) les maladies cardio-vasculaires, (ii) les cancers, (iii) les maladies mentales, (iv) le diabète, (v) les effets sanitaires de la consommation de tabac et de substances psycho actives, ainsi que la recrudescence des pathologies broncho-pulmonaires liées à la pollution atmosphérique et finalement les maladies professionnelles.
  
- Mortalité maternelle : La mortalité maternelle est estimée à 686 décès maternels pour 100.000 naissances vivantes. Ce taux inquiétant est essentiellement dû à la proportion élevée de grossesses à risque (grossesses précoces et rapprochées), à une insuffisance du dépistage et du suivi de ces grossesses, et à une faible accessibilité aux soins obstétricaux d'urgence (SOU) de qualité, en particulier la césarienne. L'hémorragie de la délivrance, la dystocie, les complications de l'hypertension artérielle (éclampsie en particulier) et l'anémie sont les principales causes immédiates de décès périnataux. La mauvaise répartition du personnel – en particulier les sages-femmes – constitue l'un des principaux handicaps au développement des soins obstétricaux d'urgence aux niveaux périphérique et secondaire de la pyramide sanitaire, aggravée par les considérations socioculturelles et la faible disponibilité des banques de sang.
  
- Mortalité infanto juvénile : Pour ce qui est de la mortalité infanto juvénile, cet indicateur reste élevé avec 122 décès pour 1000 enfants de moins de 5 ans et 75 décès d'enfants au cours de la première année et 53 au cours du premier mois de vie. Les principales causes de mortalité infanto juvénile sont les IRA, les diarrhées, le paludisme, la malnutrition et les épidémies de rougeole (ONS–Mauritanie 2008; UNICEF 2015). En plus du poids de la mortalité, il faut signaler l'impact économique, social et culturel.

## 7.H. PROFIL ÉPIDÉMIOLOGIQUE

- Paludisme : Le paludisme constitue un réel problème de santé avec plus de 250000 cas de paludisme présomptif par an. Il représente la 1<sup>ère</sup> cause de décès dans les 7 wilayas endémiques où il est responsable de 60% des motifs d'hospitalisation. En effet, le paludisme est endémique dans le sud et l'est du pays, quasi inexistant au Nord à l'exception des cas importés, et instable entre les deux zones. Les changements climatiques et environnementaux d'une part, et l'insuffisance des mesures spécifiques de lutte d'autre part, font qu'aujourd'hui plus de 80% de la population générale est exposée au paludisme avec des risques d'épidémies dans les zones à transmission instable. Le plasmodium falciparum est rencontré dans 90% des cas et l'espèce anophélienne prédominante est anophèles Gambiae (Salem et al., 2015).

- VIH/SIDA et Tuberculose : La tuberculose reste un des problèmes prioritaires de santé en Mauritanie. Elle connaît une certaine recrudescence surtout en cas de terrains favorables tels que l'infection au VIH/SIDA. Sa prévalence est estimée à plus de 130 p 100000, sa détection reste faible (< 58 %) et la proportion d'échecs thérapeutiques et de perdus de vue est très élevée (>38 %). Une enquête de séroprévalence réalisée en 2001 montre un taux moyen de prévalence à 0,57% chez les femmes enceintes; la séro-surveillance du VIH parmi les tuberculeux à Nouakchott montre une augmentation de la prévalence de 0,53 % en 1986 à 5,2 % en 2003 (Fall-Malick et al., 2010).

- Hépatites : Les hépatites en général, et les hépatites virales en particulier, constituent une préoccupation nationale. En effet, des études menées sur différents groupes estiment la prévalence de l'hépatite B entre 10 et 24% ; les cirrhoses hépatiques constituent une importante cause d'hospitalisation et de décès dans les services hospitaliers nationaux et régionaux (Gasim et al., 2013).

- Malnutrition : La Mauritanie est caractérisée par une situation nutritionnelle préoccupante, aggravée par un environnement hostile, ce qui engendre une augmentation de la prévalence des pathologies nutritionnelles favorisant ainsi l'apparition de maladies infectieuses et parasitaires, en particulier chez les enfants de moins de 5 ans. Ainsi, 38% des enfants de moins de 5 ans souffrent de malnutrition globale. L'allaitement exclusif jusqu'à six mois est pratiqué par moins de 9% des femmes et la proportion des faibles poids à la naissance est estimée entre 5% et 12% (SNIS-Publications, 2017).

- Maladies évitables par la vaccination : L'amélioration constatée sur les maladies évitables par la vaccination reste très fragile car directement dépendante de la couverture vaccinale, ces pathologies pouvant ressurgir en cas de relâchement dans l'effort de vaccination. Le profil de la rougeole s'est déplacé avec l'apparition de cette maladie chez des personnes âgées de plus de 10 à 15 ans) (SNIS, 2015).

- Les schistosomiases, en particulier la schistosomiase intestinale, connaissent une recrudescence inquiétante à la faveur de la mise en valeur du fleuve Sénégal. Les études menées dans la wilaya du Trarza montrent des taux allant jusqu'à plus de 90 % d'infestation à *S. mansoni* chez les enfants de moins de 9 ans. Les parasitoses en général, et les parasitoses intestinales en particulier constituent un réel problème de santé, surtout dans les zones du sud et du sud-est. Elles représentent jusqu'à 10 % des motifs de consultations des enfants de moins de 5 ans.

- Cécités évitables : La cécité reste l'un des handicaps les plus répandus, en particulier dans les groupes défavorisés de la population ; en effet, une étude menée en 2003, montre une prévalence de 1,4% dans la population générale. Les deux principales causes de cécité sont la cataracte et le trachome. La moitié des cataractes subissent un traitement traditionnel. Le trachome sévit sous forme de poches hyper-endémiques, en particulier dans les zones du centre et du nord du pays.

- Infections Respiratoires Aigües : Les IRA –ou broncho-pneumopathies aigües – restent une cause importante de mortalité infantile. Leur prévalence est de 17% chez les enfants de 6 à 11 mois 21.

- Diarrhées de l'enfant : La diarrhée de l'enfant est l'une des principales causes de mortalité infanto juvénile (Tableau v). Sa prévalence est importante chez les enfants de moins de 5 ans (19.5%), en particulier dans la tranche d'âge de 6 à 23 mois (29%) ; moins de 40 % de ces enfants diarrhéiques ont bénéficié de réhydratation (MICS, 2015).

Des efforts considérables ont été déployés par le gouvernement Mauritanien pour réduire la morbidité liée à la diarrhée a travers la mise en place des programmes de lutte et l'introduction d'un vaccin anti diarrhéique depuis le 6 décembre 2014 (UNICEF 2015).

Tableau v : Indicateurs de la diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans en Mauritanie (ONS, 2015)

<b>DIARRHÉE EN MAURITANIE</b>		
<b>Enquête par grappes à indicateurs multiples (MICS, 2015)</b>		
<b>Indicateur</b>	<b>Description</b>	<b>Valeur (%)</b>
Enfants avec diarrhée	Pourcentage d'enfants de moins de 5 ans avec diarrhée dans les 2 dernières semaines	<b>19,5</b>
Recherche de soins pour la diarrhée	Pourcentage d'enfants de moins de 5 ans avec diarrhée dans les 2 dernières semaines pour qui des conseils ou un traitement ont été recherchés auprès d'une structure/prestataire de santé	<b>31,9</b>
Traitement de la diarrhée avec solution de réhydratation orale (SRO) et zinc	Pourcentage d'enfants de moins de 5 ans avec diarrhée dans les 2 dernières semaines qui ont reçu du SRO et du zinc	<b>16,0</b>

## **8. OBJECTIFS ET BUT DES TRAVAUX DE RECHERCHE**

Le but général de ce travail de recherche était d'évaluer l'impact du programme de vaccination sur la tendance globale des hospitalisations liées à la diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans avant et après l'introduction du vaccin anti-RV.

Objectifs spécifiques

- Décrire les tendances temporelles des consultations pour la diarrhée avant l'introduction du vaccin anti RV au niveau de l'hôpital national de référence à Nouakchott.
- Suivre l'évolution des hospitalisations des enfants < 5 ans pour la diarrhée après l'introduction du vaccin anti RV
- Comparer les caractéristiques épidémiologiques de la diarrhée infantile avant et après l'introduction du vaccin

## **9. MÉTHODOLOGIE DES TRAVAUX DE RECHERCHE**

Ce travail a été réalisé en deux parties :

La première partie concerne l'extraction des données du service de pédiatrie de l'hôpital national pour documenter la morbidité, la mortalité et la saisonnalité liées à la diarrhée et à la pneumonie chez les enfants hospitalisés du 1er janvier 2011 au 31 décembre 2014.

La deuxième partie a été consacrée à l'étude des taux d'hospitalisations liées aux maladies diarrhéiques avant et après l'introduction du vaccin anti-rotavirus pour contribuer à l'évaluation du programme de vaccination anti-rotavirus en Mauritanie. Tous les enfants de moins de 5 ans hospitalisés dans les quatre hôpitaux de Nouakchott au moment de cette étude ont été inclus.

# **PARTIE II : RESULTAS**

# ARTICLE 1

## **Les hospitalisations et les mortalités liées aux maladies diarrhéiques et respiratoires chez les enfants de moins de 5 ans à l'hôpital national de référence, Nouakchott, Mauritanie, 2011-2014.**

Introduction : Quelques enquêtes ont cherché à étudier la prévalence de la diarrhée en Mauritanie mais aucune n'a concerné spécifiquement les enfants hospitalisés. Dans ce cadre et après la mise en œuvre d'un programme de vaccination anti-rotavirus en Mauritanie, l'objectif de cette étude était de déterminer la morbidité, la mortalité et la saisonnalité des maladies diarrhéiques et respiratoires chez les enfants hospitalisés en période pré-vaccination.

Méthode : C'est une étude rétrospective basée sur l'analyse des registres de l'admission de l'Hôpital National dans la ville de Nouakchott, qui concerne un tiers de la population mauritanienne. Tous les enfants âgés de 0 à 5 ans et hospitalisés pour des maladies respiratoires et de la diarrhée du 1er janvier 2011 au 31 décembre 2014 ont été inclus.

Résultats : Au total, 3695 enfants âgés de 0 à 5 ans ont été hospitalisés durant la période de cette étude. Parmi ces hospitalisations, 665 (18,0%) ont été admis pour une maladie respiratoire et 829 (22,4%) pour la diarrhée. Le taux d'hospitalisation le plus élevé a été observé chez les enfants de moins de 6 mois pour des maladies respiratoires (47,0%) et pour la diarrhée (31,9%). Environ 14% des enfants hospitalisés pour la diarrhée et 18% pour les maladies respiratoires sont décédés durant la même période. Le taux de mortalité le plus élevé pour la diarrhée a été observé chez les enfants âgés de 2 ans à 5 ans et pour les maladies respiratoires, le taux le plus élevé a été observé chez les enfants de < 1 an.

Conclusion : Ces résultats ont démontré l'importance de la mise en œuvre d'un programme de vaccination afin de réduire les morbidités de ces maladies.





















## ARTICLE 2

### **Réduction des hospitalisations liées aux maladies diarrhéiques chez les enfants de moins de 5 ans après l'introduction du vaccin anti-rotavirus à Nouakchott, Mauritanie**

Introduction : Le vaccin monovalent contre le rotavirus a été introduit en Mauritanie le 06 décembre 2014 dans le programme élargi de vaccination, avec 2 doses chez les enfants âgés de 6 à 10 semaines. Cette étude rétrospective a évalué l'impact de ce vaccin sur les tendances d'hospitalisations pour la diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans.

Méthode : Les données ont été collectées à partir des registres des grands hôpitaux à Nouakchott. Les tendances temporelles des hospitalisations pour la diarrhée ainsi que la couverture vaccinale ont été examinées de Novembre 2012 à Octobre 2017.

Résultats : Au total, 6552/34329 (19%) enfants de moins de 5 ans ont été hospitalisés à cause de la diarrhée durant la période de cette étude.

Le taux annuel moyen d'hospitalisation pour cause de diarrhée durant les années post-vaccination (2015/2016-2016/2017) a été comparé à celui des années pré-vaccination (2012/2013-2013/2014).

Le taux d'hospitalisation pour la diarrhée a évolué de 3523/16952 (20.7%) durant la période pré-vaccination à 1656/10480 (15.8%) durant la période post-vaccination (réduction relative = 24 %). Suite à l'introduction du vaccin, la couverture vaccinale a rapidement augmenté dans la ville de Nouakchott, elle est passée de 6% en 2014 à 51% en 2015, 76% en 2016 et 81,5% en 2017.

Conclusion : Nos résultats suggèrent que le vaccin anti-rotavirus est très efficace pour prévenir les diarrhées sévères chez les enfants de moins de 5 ans sur le territoire Mauritanien.









**PARTIE III :**  
**DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE**

Ce travail de recherche a été réalisé à Nouakchott, cette ville est le symbole d'une grande révolution de la société mauritanienne matérialisée par le basculement rapide d'une population à dominance rurale et nomade vers une population à majorité urbaine sous l'effet d'une sédentarisation généralisée (Sy et al, 2010). Sa population, qui n'était que de 5 000 habitants en 1960, est passée à environ 500 000 en 1985 puis à près de 800 000 habitants en 2008 et plus d'un million en 2015 (ONS, 2015). Dans un contexte caractérisé par un manque de ressources pour organiser l'urbanisation, cette croissance exponentielle de la population urbaine en si peu de temps se manifeste par la prolifération de quartiers irréguliers (Gasra) et précaires (Kebba) où vivent en général les populations pauvres repoussées par la campagne et venues s'installer en ville (Diagana, 2001). Avec une intégration progressive dans le tissu urbain d'espaces habités sans possibilité d'équipements et de services. Ce portrait est reconnu pour être propice à l'émergence et la propagation de maladies infectieuses qui risquent d'avoir un impact négatif sur la santé des enfants (Salem, 1998 ; Sy et al, 2010). Pour développer des outils préventifs et des stratégies de contrôle efficaces, il est nécessaire de caractériser l'épidémiologie des agents microbiens et de maintenir une surveillance soutenue dans le cadre d'une gestion de risque.

Parmi les infections courantes chez les enfants, les rotavirus (RVs) sont reconnus comme la principale cause de diarrhée virale chez les jeunes enfants et sont associés à des conséquences importantes sur l'économie de la santé (Bernard et al., 2013). En raison d'une variété de mécanismes d'évolution génétique, les RVs sont caractérisés par leur grande diversité génétique et de plus en plus d'évidences démontrent leur fort potentiel de transmission chez les enfants (Kullin et al., 2015).

La caractérisation des souches circulantes de RVs en Mauritanie est cruciale, notamment pour une question de santé publique, mais aussi pour le choix du vaccin anti-rotavirus. Les données rassemblées au cours de la présente étude ont permis d'abord d'évaluer la prévalence de la diarrhée dans les milieux hospitaliers et

de contribuer à l'évaluation de l'impact du vaccin sur les taux d'hospitalisation. Cette section comprendra donc une discussion sur l'ensemble de ces principaux résultats. Ensuite, il sera fait mention des limites de l'étude et quelques avenues futures de recherche seront proposées afin de mieux comprendre la meilleure stratégie de lutte contre les maladies diarrhéiques.

Avant d'entamer une discussion générale des résultats, il est pertinent de parler des étapes de ce projet de recherche. En premier lieu, ce travail avait pour but de mettre en place un système de surveillance actif de rotavirus dans les quatre hôpitaux de référence en Mauritanie pour évaluer la présence et la caractérisation des souches d'infections à RVA chez les enfants hospitalisés. Ainsi, un système de surveillance passive a été choisi comme la première étape de ce projet. Grâce à la collaboration de personnes ressources, notamment les chefs services de pédiatrie, nous avons pu finaliser le premier volet de ce projet. Pour la deuxième étape nous avons pu valider le protocole de surveillance sentinelle et commencer la collecte des échantillons de selles en collaboration avec l'OMS et CDC Atlanta, mais nous avons rencontré des difficultés pour continuer la collecte des échantillons.

Pour la discussion générale des principaux résultats, il faut préciser qu'en Mauritanie les données sur les diarrhées sont souvent collectées via des enquêtes réalisées dans les ménages. Dans notre cas, nous avons pu évaluer pour la première fois la prévalence et la saisonnalité de la diarrhée et de la pneumonie dans les milieux hospitaliers.

Les résultats de la première étude ont démontré que les maladies diarrhéiques demeurent une cause majeure de morbidité et de mortalité infantile en Mauritanie. Du fait de l'insuffisance des plateaux techniques, les diagnostics étiologiques de la diarrhée sont rarement réalisés. Nous avons utilisé les hospitalisations comme des unités pédiatriques afin de bien représenter les cas sévères. Cette méthode a été également utilisée dans plusieurs études (Macartney et al., 2011; Gastañaduy et al. 2013; Leshem et al., 2015; Armah et al., 2016; Groome



et al., 2016). La prévalence observée correspond à celle observée dans les enquêtes réalisées par l'office national de statistiques et est moins élevée que celle observée dans une étude précédente réalisée à Nouakchott, mais cette dernière a été réalisée chez des enfants non hospitalisés (Sy et al., 2017).

Dans la deuxième étude, nous avons comparé les taux d'hospitalisation et la saisonnalité de la diarrhée avant et après l'introduction du vaccin anti-rotavirus. On a observé une réduction significative de 24 % des taux d'hospitalisation durant la période post-vaccination. En effet, elles suggèrent fortement que le programme de vaccination soit responsable d'au moins une partie de la réduction des taux d'hospitalisation observée. Ces résultats concordent avec ce qui a été observé dans les autres pays africains. Elles concordent avec la réduction observée dans une étude réalisée en Zambie et est plus faible que les réductions observées au Ghana et en Afrique du sud (Armah et al., 2016; Groome et al., 2016b; Mpabalwani et al., 2018).

Cette dernière étude a également permis d'examiner la couverture vaccinale depuis le mois de l'introduction du vaccin jusqu'à la fin de l'étude. La couverture vaccinale a connu une augmentation importante dès l'introduction du vaccin contre le rotavirus en décembre 2014. Cette rapide augmentation suggère que le programme de vaccination a acquis une grande expertise pour l'introduction des nouveaux vaccins dans la routine, afin d'arriver à ses objectifs pendant un bref délai. Même si l'objectif de 95 % de couverture vaccinale fixé par le PEV n'est pas encore atteint, la couverture vaccinale maintenue autour des 80 % demeure élevée pour un vaccin récemment introduit.

Nos études ont été limitées, puisqu'elles ont été effectuées à Nouakchott et non à l'échelle nationale, et aussi les variables mesurées sont limitées et la qualité des données est discutable comme c'est le cas des données administratives dans la plupart des pays en voie de développement. En plus nous n'avons pas pu évaluer la prévalence de la diarrhée à rotavirus ni identifier les souches circulantes en

Mauritanie. Malgré ces limites, les deux études ont permis de démontrer que le programme de vaccination contre le rotavirus est efficace à Nouakchott et il est possible qu'il le soit aussi à l'échelle nationale. En effet, la couverture vaccinale a rapidement augmenté dès l'introduction du vaccin, ce qui a permis de réduire significativement les taux d'hospitalisation pour cause de diarrhée pendant les deux années post-vaccination chez les enfants âgés de moins de cinq ans.

Nos résultats devraient être très pertinents pour les différents acteurs du programme de vaccination contre le rotavirus afin de sensibiliser les parents à faire vacciner leurs enfants. En plus, nos observations peuvent mener à la formulation d'hypothèses pour de futures études. Il serait toutefois pertinent de réaliser des analyses des souches des rotavirus dans de futures études et aussi des études environnementaux pour prendre en compte les différentes variables confondantes lors de l'évaluation de l'impact du programme de vaccination antirotavirus.

## **CONCLUSION GENERALE**

L'objectif général de cette étude a été d'évaluer la prévalence de la diarrhée dans les milieux hospitaliers avant et après l'introduction du vaccin afin de contribuer à l'évaluation de l'impact du programme de vaccination sur les taux d'hospitalisation. Les résultats ont permis de souligner que la diarrhée à rotavirus a probablement été la cause majeure des hospitalisations puisque le taux d'admission pour toutes causes confondus a diminué juste après l'introduction du vaccin.

Il sera donc pertinent d'explorer les souches circulantes afin de comprendre leurs distinctions et d'adapter les mesures de contrôle et de prévention en conséquence.

Il sera également nécessaire de poursuivre les études épidémiologiques au niveau national afin de mieux décrire la dynamique de contamination et d'identifier les points de contrôle critiques et ainsi ajuster les mesures de prévention.

# RECOMMANDATIONS

Au terme de ce travail, nous proposons les recommandations suivantes :

Au Ministère de la santé :

- Réactiver la lutte contre les maladies diarrhéiques à travers la stratégie de surveillance sentinelle de Rotavirus ;
- Renforcer les structures hospitalières en ressources humaines compétentes, motivées et suffisantes ;
- Mettre à disponibilité les moyens de diagnostic pour les recherches des complications et des étiologies des maladies diarrhéiques ;
- Assurer la formation continue, l'encadrement et le recyclage des agents de santé sur la prise en charge de la diarrhée virale ;
- Diffuser au niveau de toutes les structures de santé des protocoles de prise en charge de la diarrhée virale ;
- Évaluer la couverture vaccinale ;
- Renforcer les campagnes de sensibilisation sur l'hygiène, l'assainissement, l'utilisation de l'eau potable pour les boissons et le lavage des mains au savon notamment après les défécations ;
- Intensifier la sensibilisation des agents de santé et de la population sur les avantages et l'efficacité de la SRO, notamment grâce à une diffusion large de brochures dans les différentes langues nationales ;
- Mener des campagnes de sensibilisation au niveau de la population sur la gravité de la diarrhée virale et sur les moyens de sa prise en charge à domicile ;
- Rendre disponibles les solutés de réhydratation orale dans toutes les structures de santé ;
- Promouvoir et soutenir l'allaitement maternel exclusif jusqu'à 6 mois,

- Lutter contre les pratiques traditionnelles qui seraient dangereuses ou qui retarderaient la prise en charge de la diarrhée virale.

Aux hôpitaux :

- Établir des dossiers complets pour les malades hospitalisés,
- Mettre en place des protocoles consensuels de prise en charge des différents stades de la déshydratation ;
- Assurer la formation continue du personnel sur les modalités pratiques de la prise en charge de la diarrhée aiguë ;
- Réserver toujours un local dans la structure pour la prise en charge de la diarrhée modérée par SRO ;
- Bien penser la prescription de l'antibiothérapie lors d'une diarrhée aiguë ;
- Encourager l'allaitement maternel exclusif jusqu'à 6 mois ;
- Participer à l'éducation et à la sensibilisation de la population sur la prise en charge préventive et curative de la diarrhée ;
- Valoriser l'utilisation de la SRO comme traitement essentiel de la diarrhée à rotavirus ;
- Sensibiliser le personnel sur la place importante des étiologies virales de la diarrhée aiguë ;
- Détecter rapidement les complications éventuelles de la diarrhée aiguë pour les prendre en charge ;
- Sensibiliser le personnel de santé sur le risque de complications iatrogènes lors de l'hospitalisation surtout en cas de perfusion intraveineuse ;
- Valoriser la place de la réhydratation par sonde gastrique dans les gastroentérites aiguës.

## REFERENCES

- Abat C, Chaudet H, Rolain J-M, Colson P, Raoult D (2016) Traditional and syndromic surveillance of infectious diseases and pathogens. *International Journal of Infectious Diseases* 48:22–28
- Africa BBC (2014) Mauritania Profile Timeline. Last updated September 3:
- Ahmed MU, Kobayashi N, Wakuda M, Sanekata T, Taniguchi K, Kader A, Naik TN, Ishino M, Alam MM, Kojima K, Mise K, Sumi A (2004) Genetic analysis of group B human rotaviruses detected in Bangladesh in 2000 and 2001. *Journal of Medical Virology* 72:149–155 . doi: 10.1002/jmv.10546
- Akseer N, Kamali M, Husain S, Mirza M, Bakhache N, Bhutta ZA (2015) Strategies to avert preventable mortality among mothers and children in the Eastern Mediterranean Region: new initiatives, new hope. *Eastern Mediterranean Health Journal* 21:361
- Alfajaro MM, Cho K-O (2014) Evidences and consequences of extra-intestinal spread of rotaviruses in humans and animals. *Virusdisease* 25:186–194
- Al-Gallas N, Bahri O, Bouratbeen A, Haasen AB, Aissa RB (2007) Etiology of acute diarrhea in children and adults in Tunis, Tunisia, with emphasis on diarrheagenic *Escherichia coli*: prevalence, phenotyping, and molecular epidemiology. *The American journal of tropical medicine and hygiene* 77:571–582
- Al-Ghamdi MA, Bentham G, Hunter PR (2009) Environmental risk factors for diarrhoea among male schoolchildren in Jeddah City, Saudi Arabia. *Journal of water and health* 7:380–391
- Aliabadi N, Tate JE, Haynes AK, Parashar UD (2015) Sustained decrease in laboratory detection of rotavirus after implementation of routine vaccination—United States, 2000–2014. *MMWR Morbidity and mortality weekly report* 64:337
- Altekruse SF, Stern NJ, Fields PI, Swerdlow DL (1999) *Campylobacter jejuni*—an emerging foodborne pathogen. *Emerging infectious diseases* 5:28
- AMI (2014) AMI - Intégration du vaccin Rotavirus: Assurer à chaque enfant mauritanien une protection adéquate contre les maladies diarrhéiques. <http://fr.ami.mr/Depeche-29461.html>. Accessed 19 Apr 2019
- Andrews JR, Leung DT, Ahmed S, Malek MA, Ahmed D, Begum YA, Qadri F, Ahmed T, Faruque ASG, Nelson EJ (2017) Determinants of severe

- dehydration from diarrheal disease at hospital presentation: Evidence from 22 years of admissions in Bangladesh. *PLoS Negl Trop Dis* 11:e0005512 . doi: 10.1371/journal.pntd.0005512
- Armah G, Pringle K, Enweronu-Laryea CC, Ansong D, Mwenda JM, Diamenu SK, Narh C, Lartey B, Binka F, Grytdal S, Patel M, Parashar U, Lopman B (2016) Impact and Effectiveness of Monovalent Rotavirus Vaccine Against Severe Rotavirus Diarrhea in Ghana. *Clin Infect Dis* 62:S200–S207 . doi: 10.1093/cid/ciw014
- Bado AR, Susuman AS, Nebie EI (2016) Trends and risk factors for childhood diarrhea in sub-Saharan countries (1990–2013): assessing the neighborhood inequalities. *Global health action* 9:30166
- Benmessaoud R, Jroundi I, Nezha M, Moraleda C, Tligui H, Seffar M, Alvarez Martínez MJ, Pons MJ, Chaacho S, Hayes EB (2015) Aetiology, epidemiology and clinical characteristics of acute moderate-to-severe diarrhoea in children under 5 years of age hospitalized in a referral paediatric hospital in Rabat, Morocco. *Society for General Microbiology*
- Bernard S, Valiquette L, De Wals P, Nault V, Babakissa C, Cyr C, Boileau TC, Gagneur A (2013) Burden of rotavirus disease: A population-based study in Eastern Townships, Quebec. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology* 24:138–142
- Bhutta ZA, Sommerfeld J, Lassi ZS, Salam RA, Das JK (2014) Global burden, distribution, and interventions for infectious diseases of poverty. *Infectious diseases of poverty* 3:21
- Bini JC, Ekaza E, Faye-Kette H, Veh KA, Nigue L, Borget-Alloue MY, Akran AV, Dosso M (2007) Détection par RT-PCR des premiers cas d’Astrovirus dans les selles humaines à Abidjan, Côte d’Ivoire. *Bull Soc Pathol Exot* 3
- Biswas A, Anderson R, Doraiswamy S, Abdullah ASM, Purno N, Rahman F, Halim A (2018) Timely referral saves the lives of mothers and newborns: Midwifery led continuum of care in marginalized teagarden communities - A qualitative case study in Bangladesh. *F1000Res* 7:365 . doi: 10.12688/f1000research.13605.1
- Black RE, Allen LH, Bhutta ZA, Caulfield LE, De Onis M, Ezzati M, Mathers C, Rivera J, Group M and CUS (2008) Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *The lancet* 371:243–260
- Boco G (2013) Global patterns of sex differentials in child mortality in Sub-Saharan Africa: Multivariable analysis of 30 national datasets.

Communication présentée au Congrès annuel de l'Association américaine sur la population (APA) 11:

- Bon F, Fascia P, Dauvergne M, Tenenbaum D, Planson H, Petion AM, Pothier P, Kohli E (1999) Prevalence of Group A Rotavirus, Human Calicivirus, Astrovirus, and Adenovirus Type 40 and 41 Infections among Children with Acute Gastroenteritis in Dijon, France. *Journal of Clinical Microbiology* 37:3055–3058
- Bouba Djourdebbé F, Dos Santos S, Legrand T, Bassiahi Soura A (2015) Influence des facteurs environnementaux et démographiques dans la cooccurrence de la diarrhée et de la fièvre chez les enfants dans cinq quartiers périphériques de Ouagadougou (Burkina Faso). *Cahiers québécois de démographie* 44:35–64
- Bouvet PJ, Grimont PA (2001) Données de surveillance 1999 du Centre National de Référence des Salmonella et Shigella. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire* 12:
- Bridger JC, Pedley S, McCrae MA (1986) Group C rotaviruses in humans. *Journal of Clinical Microbiology* 23:760–763
- Burke B, Desselberger U (1996) Rotavirus pathogenicity. *Virology* 218:299–305
- Caul EO, Ashley CR, Darville JM, Bridger JC (1990) Group C rotavirus associated with fatal enteritis in a family outbreak. *Journal of medical virology* 30:201–205
- Cazein F, Pillonel J, Le Strat Y, Lot F, Pinget R, David D, Leclerc M, Couturier S, Benyelles L, Brunet S (2010) Surveillance de l'infection à VIH-sida en France, 2007. *Bull Epidemiol Hebd* 45:467–472
- Chan M, Lake A (2013) Integrated action for the prevention and control of pneumonia and diarrhoea. *The Lancet* 381:1436–1437
- Chitambar SD, Arora R, Chhabra P (2009) Molecular characterization of a rare G1P [19] rotavirus strain from India: evidence of reassortment between human and porcine rotavirus strains. *Journal of medical microbiology* 58:1611–1615
- Collaborators G 2015 EMRD (2018) Burden of diarrhea in the Eastern Mediterranean Region, 1990–2015: Findings from the Global Burden of Disease 2015 study. *International Journal of Public Health* 63:109 . doi: 10.1007/s00038-017-1008-z

- Crehalet H, Vandenesch F, Freydiere AM (2009) Rapid detection of rotavirus in children: comparison of Vikia Rota-Adeno and Diarlex MB, two immunochromatographic tests. 16th ECCMID Nice-Avril 2006, P634
- Davis RC (1981) Salmonella sepsis in infancy. *American Journal of Diseases of Children* 135:1096–1099
- De Oliveira LH, Giglio N, Ciapponi A, García Martí S, Kuperman M, Sanwogou NJ, Ruiz-Matus C, Marinho de Sousa MF (2013) Temporal trends in diarrhea-related hospitalizations and deaths in children under age 5 before and after the introduction of the rotavirus vaccine in four Latin American countries. *Vaccine* 31 Suppl 3:C99-108 . doi: 10.1016/j.vaccine.2013.05.065
- Declich S, Carter AO (1994) Public health surveillance: historical origins, methods and evaluation. *Bulletin of the World Health Organization* 72:285
- Degiuseppe JI, Beltramino JC, Millan A, Stupka JA, Parra GI (2013) Complete genome analyses of G4P [ ] rotavirus detected in Argentinean children with diarrhoea provides evidence of interspecies transmission from swine. *Clinical Microbiology and Infection* 19:e367–e371
- Dennehy PH, Vesikari T, Matson DO, Itzler RF, Dallas MJ, Goveia M, DiNubile MJ, Heaton PM, Ciarlet M (2011) Efficacy of the pentavalent rotavirus vaccine, RotaTeq®(RV5), between doses of a 3-dose series and with less than 3 doses (incomplete regimen). *Human vaccines* 7:563–568
- Doan YH, Nakagomi T, Aboudy Y, Silberstein I, Behar-Novat E, Nakagomi O, Shulman LM (2013) Identification by Full-Genome Analysis of a Bovine Rotavirus Transmitted Directly to and Causing Diarrhea in a Human Child. *Journal of Clinical Microbiology* 51:182–189 . doi: 10.1128/JCM.02062-12
- Donaldson EF, Lindesmith LC, LoBue AD, Baric RS (2010) Viral shape-shifting: norovirus evasion of the human immune system. *Nature Reviews Microbiology* 8:231–241 . doi: 10.1038/nrmicro2296
- Duncan B, Fulginiti VA, Sieber OF, Ryan KJ (1981) Shigella sepsis. *American Journal of Diseases of Children* 135:151–154
- Egondi T, Kyobutungi C, Ng N, Muindi K, Oti S, Vijver S van de, Ettarh R, Rocklöv J (2013) Community perceptions of air pollution and related health risks in Nairobi slums. *International journal of environmental research and public health* 10:4851–4868
- Elliott B, Chang BJ, Golledge CL, Riley TV (2007) Clostridium difficile- associated diarrhoea. *Internal medicine journal* 37:561–568



- Enweronu-Laryea CC, Boamah I, Sifah E, Diamenu SK, Armah G (2014) Decline in severe diarrhea hospitalizations after the introduction of rotavirus vaccination in Ghana: a prevalence study. *BMC Infectious Diseases* 14:431 . doi: 10.1186/1471-2334-14-431
- Estes MK, Greenberg HB (2013) Rotaviruses, p 1347–1401. *Fields virology*, 6th ed Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA
- Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Vander Hoorn S, Murray CJ, Group CRAC (2002) Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *The Lancet* 360:1347–1360
- Fall-Malick FZ, Bara AO, Lam M, Beibacar MM, Ba K, Ba H, Ghady IO, Horma AO, Toure-Kane NC, Mboup S (2010) Surveillance sentinelle du VIH chez les femmes enceintes en Mauritanie entre 2001 et 2007HIV sentinel surveillance of pregnant women in Mauritania from 2001 to 2007. *Bulletin de la Société de pathologie exotique* 103:243–245
- Fang Z-Y, Ye Q, Ho M-S, Dong H, Qing S, Penaranda ME, Hung T, Wen L, Glass RI (1989) Investigation of an outbreak of adult diarrhea rotavirus in China. *Journal of Infectious Diseases* 160:948–953
- Fenaux M, Cuadras MA, Feng N, Jaimes M, Greenberg HB (2006) Extraintestinal spread and replication of a homologous EC rotavirus strain and a heterologous rhesus rotavirus in BALB/c mice. *Journal of virology* 80:5219–5232
- Flahault A, Hanslik T (2010) Épidémiologie des gastroentérites virales en France et en Europe. *Bulletin de l'Académie nationale de médecine* 194:1415–1425
- Fongaro G, Silva HD, Magri ME, Schissi CD, Moreira M, da Silva Lana MC, Lacerda ES, Barardi CRM (2015) ENTERIC VIRUSES AS CONTAMINANTS AND BIOINDICATORS IN ENVIRONMENTAL SAMPLES: A REVIEW. *Virus Reviews & Research* 20:1–12
- Gabbay YB, Borges AA, Oliveira DS, Linhares AC, Mascarenhas JDP, Barardi CRM, Simões CMO, Wang Y, Glass RI, Jiang B (2008) Evidence for zoonotic transmission of group C rotaviruses among children in Belém, Brazil. *Journal of Medical Virology* 80:1666–1674 . doi: 10.1002/jmv.21250
- Garenne M (2010) Urbanisation and child health in resource poor settings with special reference to under-five mortality in Africa. *BMJ Publishing Group Ltd*

- Gasim GI, Murad IA, Adam I (2013) Hepatitis B and C virus infections among pregnant women in Arab and African countries. *The Journal of Infection in Developing Countries* 7:566–578
- Gastañaduy PA, Sánchez-Uribe E, Esparza-Aguilar M, Desai R, Parashar UD, Patel M, Richardson V (2013) Effect of rotavirus vaccine on diarrhea mortality in different socioeconomic regions of Mexico. *Pediatrics* 131:e1115–e1120
- Gebru T, Taha M, Kassahun W (2014) Risk factors of diarrhoeal disease in under-five children among health extension model and non-model families in Sheko district rural community, Southwest Ethiopia: comparative cross-sectional study. *BMC public health* 14:395
- GHO (2015) GHO | By category | Number of deaths by country - Diarrhoeal diseases. In: <http://apps.who.int/gho/data/view.main.ghe1002015-CH3?lang=en>. <http://apps.who.int/gho/data/view.main.ghe1002015-CH3?lang=en>. Accessed 19 Apr 2019
- Giaquinto C, Van Damme P, Group RS (2010) Age distribution of paediatric rotavirus gastroenteritis cases in Europe: the REVEAL† study. *Scandinavian journal of infectious diseases* 42:142–147
- Glass RI, Bresee J, Jiang B, Parashar U, Yee E, Gentsch J (2006) Rotavirus and rotavirus vaccines. In: *Hot Topics in Infection and Immunity in Children III*. Springer, pp 45–54
- Glass RI, Bresee JS, Parashar U, Turcios R, Fischer TK, Jiang B, Widdowson MA, Gentsch J (2005) Rotavirus vaccines: past, present, and future. *Archives de pediatrie: organe officiel de la Societe francaise de pediatrie* 12:844
- Glass RI, Parashar UD (2014) Rotavirus vaccines—balancing intussusception risks and health benefits. *The New England journal of medicine* 370:568
- Glass RI, Parashar UD, Estes MK (2009) Norovirus Gastroenteritis. *New England Journal of Medicine* 361:1776–1785 . doi: 10.1056/NEJMra0804575
- Gray J, Desselberger U (2000) *Rotaviruses: methods and protocols*. Springer Science & Business Media
- Groome MJ, Zell ER, Solomon F, Nzenze S, Parashar UD, Izu A, Madhi SA (2016a) Temporal Association of Rotavirus Vaccine Introduction and Reduction in All-Cause Childhood Diarrheal Hospitalizations in South Africa. *Clin Infect Dis* 62:S188–S195 . doi: 10.1093/cid/civ1204
- Groome MJ, Zell ER, Solomon F, Nzenze S, Parashar UD, Izu A, Madhi SA (2016b) Temporal Association of Rotavirus Vaccine Introduction and

- Reduction in All-Cause Childhood Diarrheal Hospitalizations in South Africa. *Clin Infect Dis* 62:S188–S195 . doi: 10.1093/cid/civ1204
- Hanieh S, Ha TT, Simpson JA, Thuy TT, Khuong NC, Thoang DD, Tran TD, Tuan T, Fisher J, Biggs B-A (2015) Exclusive breast feeding in early infancy reduces the risk of inpatient admission for diarrhea and suspected pneumonia in rural Vietnam: a prospective cohort study. *BMC Public Health* 15:1166 . doi: 10.1186/s12889-015-2431-9
- Hanquet G, Valenciano M, Simondon F, Moren A (2013) Vaccine effects and impact of vaccination programmes in post-licensure studies. *Vaccine* 31:5634–5642
- Hardoy JE, Satterthwaite D (2014) *Squatter citizen: life in the urban third world*. Routledge
- Hegazi MA, Sayed MH, Sindi HH, Bekhit OE, El-Deek BS, Alshoudri FMY, Noorelahi AK (2017) Is rotavirus still a major cause for diarrheal illness in hospitalized pediatric patients after rotavirus vaccine introduction in the Saudi national immunization program? *Medicine (Baltimore)* 96:e6574 . doi: 10.1097/MD.0000000000006574
- Hofman P (2016) *Infectious Disease and Parasites*. Springer
- Hung T, Chen G, Wang C, Fan R, Yong R, Chang J, Dan R, Ng MH (1987) Seroepidemiology and molecular epidemiology of the Chinese rotavirus. In: *Novel diarrhoea viruses*.(Ciba Foundation Symposium. pp 49–62
- Iii JPL, Kajon AE (2016) Adenovirus: Epidemiology, Global Spread of Novel Serotypes, and Advances in Treatment and Prevention. *Semin Respir Crit Care Med* 37:586–602 . doi: 10.1055/s-0036-1584923
- Kapikian AZ (2000) The discovery of the 27-nm Norwalk virus: an historic perspective. *The Journal of infectious diseases* 181:S295–S302
- Kelkar SD, Zade JK (2004) Group B rotaviruses similar to strain CAL-1, have been circulating in Western India since 1993. *Epidemiology & Infection* 132:745–749 . doi: 10.1017/S0950268804002171
- Keswick BH, Pickering LK, DuPont HL, Woodward WE (1983) Survival and detection of rotaviruses on environmental surfaces in day care centers. *Applied and Environmental Microbiology* 46:813–816
- Khoury H, Ogilvie I, El Khoury AC, Duan Y, Goetghebeur MM (2011) Burden of rotavirus gastroenteritis in the Middle Eastern and North African pediatric population. *BMC Infectious Diseases* 11:9 . doi: 10.1186/1471-2334-11-9

- King CK, Glass R, Bresee JS, Duggan C, Prevention C for DC and (2003) Managing acute gastroenteritis among children. *MMWR Recomm Rep* 52:16
- Klotz F (2001) Prise en charge des diarrhées aiguës. *Médecine tropicale* 61:220–223
- Kotloff KL, Nataro JP, Blackwelder WC, Nasrin D, Farag TH, Panchalingam S, Wu Y, Sow SO, Sur D, Breiman RF (2013) Burden and aetiology of diarrhoeal disease in infants and young children in developing countries (the Global Enteric Multicenter Study, GEMS): a prospective, case-control study. *The Lancet* 382:209–222
- Kouamé PK, Dongo K, Nguyen-Viet H, Zurbrügg C, Lüthi C, Hattendorf J, Utzinger J, Biémi J, Bonfoh B (2014) Ecohealth approach to urban waste management: Exposure to environmental pollutants and health risks in Yamoussoukro, Côte d'Ivoire. *International journal of environmental research and public health* 11:10292–10309
- Kreidieh K, Charide R, Dbaibo G, Melhem NM (2017) The epidemiology of Norovirus in the Middle East and North Africa (MENA) region: a systematic review. *Virology Journal* 14:220 . doi: 10.1186/s12985-017-0877-3
- Kullin B, Meggersee R, D'Alton J, Galvao B, Rajabally N, Whitelaw A, Bamford C, Reid SJ, Abratt VR (2015) Prevalence of gastrointestinal pathogenic bacteria in patients with diarrhoea attending Groote Schuur Hospital, Cape Town, South Africa. *S Afr Med J* 105:121–125
- Kumar SG, Subita L (2012) Diarrhoeal diseases in developing countries: a situational analysis. *Kathmandu Univ Med J* 38:83–8
- Kumazaki M, Usuku S (2014) Epidemiological and genetic analysis of human group C rotaviruses isolated from outbreaks of acute gastroenteritis in Yokohama, Japan, between 2006 and 2012. *Arch Virol* 159:761–771 . doi: 10.1007/s00705-013-1894-1
- Lagare A, Moumouni A, Kaplon J, Langendorf C, Pothier P, Grais RF, Issaka B, Page A-L (2017) Diagnostic accuracy of VIKIA® Rota-Adeno and Premier™ Rotaclone® tests for the detection of rotavirus in Niger. *BMC research notes* 10:505
- Lahon A, Chitambar SD (2011) Molecular characterization of VP4, VP6, VP7 and NSP4 genes of group B rotavirus strains from outbreaks of gastroenteritis. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 4:846–849 . doi: 10.1016/S1995-7645(11)60206-X

- Lamberti LM, Bourgeois AL, Walker CLF, Black RE, Sack D (2014) Estimating diarrheal illness and deaths attributable to Shigellae and enterotoxigenic Escherichia coli among older children, adolescents, and adults in South Asia and Africa. *PLoS neglected tropical diseases* 8:e2705
- Lamberti LM, Zakarija-Grković I, Walker CLF, Theodoratou E, Nair H, Campbell H, Black RE (2013) Breastfeeding for reducing the risk of pneumonia morbidity and mortality in children under two: a systematic literature review and meta-analysis. *BMC public health* 13:S18
- Lanata CF, Fischer-Walker CL, Olascoaga AC, Torres CX, Aryee MJ, Black RE, Child Health Epidemiology Reference Group of the World Health Organization and UNICEF (2013) Global causes of diarrheal disease mortality in children <5 years of age: a systematic review. *PLoS ONE* 8:e72788 . doi: 10.1371/journal.pone.0072788
- Landouré MA (2010) PRISE EN CHARGE DE LA DIARRHÉE AIGUE CHEZ LES ENFANTS DE MOINS DE 5 ANS DANS LE SERVICE DE PÉDIATRIE DU CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE GABRIEL TOURE DU DISTRICT DE BAMAKO
- Leshem E, Tate JE, Steiner CA, Curns AT, Lopman BA, Parashar UD (2015) Acute Gastroenteritis Hospitalizations Among US Children Following Implementation of the Rotavirus Vaccine. *JAMA* 313:2282–2284 . doi: 10.1001/jama.2015.5571
- Levy K, Hubbard AE, Eisenberg JN (2008) Seasonality of rotavirus disease in the tropics: a systematic review and meta-analysis. *International journal of epidemiology* 38:1487–1496
- Liu L, Johnson HL, Cousens S, Perin J, Scott S, Lawn JE, Rudan I, Campbell H, Cibulskis R, Li M (2012) Global, regional, and national causes of child mortality: an updated systematic analysis for 2010 with time trends since 2000. *The Lancet* 379:2151–2161
- Liu L, Oza S, Hogan D, Perin J, Rudan I, Lawn JE, Cousens S, Mathers C, Black RE (2015) Global, regional, and national causes of child mortality in 2000–13, with projections to inform post-2015 priorities: an updated systematic analysis. *Lancet* 385:430–440 . doi: 10.1016/S0140-6736(14)61698-6
- Lourenco MH, Nicolas JC, Cohen J, Scherrer R, Bricout F (1981) Study of human rotavirus genome by electrophoresis: attempt of classification among strains isolated in France. In: *Annales de l'Institut Pasteur/Virologie*. Elsevier, pp 161–173

- Lundgren O, Peregrin AT, Persson K, Kordasti S, Uhnoo I, Svensson L (2000) Role of the enteric nervous system in the fluid and electrolyte secretion of rotavirus diarrhea. *Science* 287:491–495
- Macartney KK, Porwal M, Dalton D, Cripps T, Maldigri T, Isaacs D, Kesson A (2011) Decline in rotavirus hospitalisations following introduction of Australia's national rotavirus immunisation programme. *Journal of Paediatrics and Child Health* 47:266–270 . doi: 10.1111/j.1440-1754.2010.01953.x
- MacRitchie LA, Hunter CJ, Strachan NJC (2013) A population-based exposure assessment of risk factors associated with gastrointestinal pathogens: a *Campylobacter* study. *Epidemiology & Infection* 141:976–986
- Madeley CR, Cosgrove BP (1975) 28 nm particles in faeces in infantile gastroenteritis. *The Lancet* 306:451–452
- Madhi SA, Cunliffe NA, Steele D, Witte D, Kirsten M, Louw C, Ngwira B, Victor JC, Gillard PH, Cheuvart BB (2010) Effect of human rotavirus vaccine on severe diarrhea in African infants. *New England Journal of Medicine* 362:289–298
- Marmash RW, Dalwai AK, Szucs G, Molla AM, Pacsa AS, Al-Nakib W, Albert MJ (2007) Genotypic characterization of rotaviruses and prevalence of serotype-specific serum antibodies in children in Kuwait. *Epidemiology & Infection* 135:1331–1337
- Marthaler D, Rossow K, Gramer M, Collins J, Goyal S, Tsunemitsu H, Kuga K, Suzuki T, Ciarlet M, Matthijnsens J (2012) Detection of substantial porcine group B rotavirus genetic diversity in the United States, resulting in a modified classification proposal for G genotypes. *Virology* 433:85–96 . doi: 10.1016/j.virol.2012.07.006
- Matthijnsens J, Ciarlet M, Rahman M, Attoui H, Bányai K, Estes MK, Gentsch JR, Iturriza-Gómara M, Kirkwood CD, Martella V (2008) Recommendations for the classification of group A rotaviruses using all 11 genomic RNA segments. *Archives of virology* 153:1621–1629
- Mauritanie I (2017) SCP
- Mock NB, Sellers TA, Abdoh AA, Franklin RR (1993) Socioeconomic, environmental, demographic and behavioral factors associated with occurrence of diarrhea in young children in the Republic of Congo. *Social science & medicine* 36:807–816



- Organization (WHO) WH (2012) Fact sheet No. 333 May 2012
- Parashar UD, Hummelman EG, Bresee JS, Miller MA, Glass RI (2003) Global illness and deaths caused by rotavirus disease in children. *Emerging infectious diseases* 9:565
- Park S-I, Jeong Y-J, Kim H-J, Park J-G, Kang S-Y, Woo S-K, Kim C-H, Jung C-H, Kang M-I, Cho K-O (2010) Genetically Diverse Group C Rotaviruses Cause Sporadic Infection in Korean Calves. *J Vet Med Sci* 1011120384–1011120384 . doi: 10.1292/jvms.10-0280
- Patel MM, Steele D, Gentsch JR, Wecker J, Glass RI, Parashar UD (2011) Real-world impact of rotavirus vaccination. *The Pediatric infectious disease journal* 30:S1–S5
- Paulke-Korinek M, Kollaritsch H, Aberle SW, Zwazl I, Schmidle-Loss B, Vécsei A, Kundi M (2013) Sustained low hospitalization rates after four years of rotavirus mass vaccination in Austria. *Vaccine* 31:2686–2691 . doi: 10.1016/j.vaccine.2013.04.001
- Payne DC, Szilagyi PG, Staat MA, Edwards KM, Gentsch JR, Weinberg GA, Hall CB, Curns AT, Clayton H, Griffin MR (2009) Secular variation in United States rotavirus disease rates and serotypes: implications for assessing the rotavirus vaccination program. *The Pediatric infectious disease journal* 28:948–953
- Pereira HG, Azeredo RS, Leite JPG, Andrade ZP, De Castro L (1985) A combined enzyme immunoassay for rotavirus and adenovirus (EIARA). *Journal of Virological Methods* 10:21–28
- Pesavento JJ, Mizzen CA, Kelleher NL (2006) Quantitative analysis of modified proteins and their positional isomers by tandem mass spectrometry: human histone H4. *Analytical chemistry* 78:4271–4280
- Pham NTK, Ushijima H, Trinh QD, Khamrin P, Komine-Aizawa S, Okitsu S, Maneekarn N, Hayakawa S (2015) Prevalence and Antimicrobial Resistance of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from Adult Hospitalized Patients with Diarrhea in Thailand. *Clin Lab* 61:1809–1812
- Phillips G, Lopman B, Tam CC, Iturriza-Gomara M, Brown D, Gray J (2009) Diagnosing rotavirus A associated IID: using ELISA to identify a cut-off for real time RT-PCR. *Journal of clinical virology* 44:242–245
- Prüss-Ustün A, Bartram J, Clasen T, Colford Jr JM, Cumming O, Curtis V, Bonjour S, Dangour AD, De France J, Fewtrell L (2014) Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low-and middle-income



- settings: a retrospective analysis of data from 145 countries. *Tropical Medicine & International Health* 19:894–905
- Raes M, Strens D, Vergison A, Verghote M, Standaert B (2011) Reduction in Pediatric Rotavirus-related Hospitalizations After Universal Rotavirus Vaccination in Belgium. *The Pediatric Infectious Disease Journal* 30:e120 . doi: 10.1097/INF.0b013e318214b811
- Ramig RF (2004) Pathogenesis of intestinal and systemic rotavirus infection. *Journal of virology* 78:10213–10220
- Riedmann EM (2014) *Human vaccines & immunotherapeutics: news*. Taylor & Francis
- Riepenhoff-Talty M, Gouvea V, Evans MJ, Svensson L, Hoffenberg E, Sokol RJ, Uhnoo I, Greenberg SJ, Schäkel K, Zhaori G (1996) Detection of group C rotavirus in infants with extrahepatic biliary atresia. *Journal of Infectious Diseases* 174:8–15
- Ruiz-Palacios GM, Pérez-Schael I, Velázquez FR, Abate H, Breuer T, Clemens SC, Chevart B, Espinoza F, Gillard P, Innis BL (2006) Safety and efficacy of an attenuated vaccine against severe rotavirus gastroenteritis. *New England Journal of Medicine* 354:11–22
- Russell WC (2009) Adenoviruses: update on structure and function. *Journal of General Virology* 90:1–20
- Saiada F, Rahman HNA, Moni S, Karim MM, Pourkarim MR, Azim T, Rahman M (2011) Clinical presentation and molecular characterization of group B rotaviruses in diarrhoea patients in Bangladesh. *Journal of Medical Microbiology* 60:529–536 . doi: 10.1099/jmm.0.025981-0
- Salem MSOA, Lekweiry KM, Deida JM, Emouh AO, Weddady MO, Boukhary AOMS, Basco LK (2015) Increasing prevalence of *Plasmodium vivax* among febrile patients in Nouakchott, Mauritania. *The American journal of tropical medicine and hygiene* 92:537–540
- Salih MA, Herrmann B, Grandien M, El Hag MM, Yousif BE, Abdelbagi M, Mårdh P-A, Ahmed HS (1994) Viral pathogens and clinical manifestations associated with acute lower respiratory tract infections in children of the Sudan. *Clinical and diagnostic virology* 2:201–209
- Sanchez-Padilla E, Grais RF, Guerin PJ, Steele AD, Burny M-E, Luquero FJ (2009) Burden of disease and circulating serotypes of rotavirus infection in sub-Saharan Africa: systematic review and meta-analysis. *The Lancet infectious diseases* 9:567–576

- Santos N, Hoshino Y (2005) Global distribution of rotavirus serotypes/genotypes and its implication for the development and implementation of an effective rotavirus vaccine. *Reviews in medical virology* 15:29–56
- Santos N, Volotão EM, Soares CC, Albuquerque MCM, da Silva FM, de Carvalho TR, Pereira CF, Chizhikov V, Hoshino Y (2001) Rotavirus strains bearing genotype G9 or P [9] recovered from Brazilian children with diarrhea from 1997 to 1999. *Journal of clinical microbiology* 39:1157–1160
- Scharf RJ, DeBoer MD, Guerrant RL (2014) Recent advances in understanding the long-term sequelae of childhood infectious diarrhea. *Current infectious disease reports* 16:408
- Schlaudecker EP, Steinhoff MC, Moore SR (2011) Interactions of diarrhea, pneumonia, and malnutrition in childhood: recent evidence from developing countries. *Current opinion in infectious diseases* 24:496
- Sen A, Kobayashi N, Das S, Krishnan T, Bhattacharya SK, Naik TN (2001) The evolution of human group B rotaviruses. *The lancet* 357:198–199
- Sénécal M, Brisson M, Lebel MH, Yaremko J, Wong R, Gallant LA, Garfield HA, Ableman DJ, Ward RL, Sampalis JS (2008) Measuring the Impact of Rotavirus Acute Gastroenteritis Episodes (MIRAGE): a prospective community-based study. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology* 19:397–404
- Shah MP, Tate JE, Mwenda JM, Steele AD, Parashar UD (2017) Estimated reductions in hospitalizations and deaths from childhood diarrhea following implementation of rotavirus vaccination in Africa. *Expert Rev Vaccines* 16:987–995 . doi: 10.1080/14760584.2017.1371595
- Soares-Weiser K, MacLehose H, Bergman H, Ben-Aharon I, Nagpal S, Goldberg E, Pitan F, Cunliffe N (2012) Vaccines for preventing rotavirus diarrhoea: vaccines in use. *Cochrane database of systematic reviews*
- Suzuki T, Hasebe A (2017) A provisional complete genome-based genotyping system for rotavirus species C from terrestrial mammals. *Journal of General Virology* 98:2647–2662 . doi: 10.1099/jgv.0.000953
- Swiss I (2015) *Astroviridae* ~ *ViralZone* page. In: [https://viralzone.expasy.org/27?outline=all\\_by\\_species](https://viralzone.expasy.org/27?outline=all_by_species). [https://viralzone.expasy.org/27?outline=all\\_by\\_species](https://viralzone.expasy.org/27?outline=all_by_species). Accessed 20 Apr 2019
- Sy I, Traore D, Niang Diene A, Kone B, Lo B, Faye O, Utzinger J, Cisse G, Tanner M (2017) [Water, sanitation and diarrheal risk in Nouakchott Urban

Community, Mauritania]. *Sante Publique* 29:741–750 . doi: 10.3917/spub.175.0741

Tao H, Guongmu C, Changan W, Zingyi C, Tungxin C, Weiwei Y, Henli Y, Kinghai M (1983) ROTAVIRUS-LIKE AGENT IN ADULT NON-BACTERIAL DIARRHOEA IN CHINA. *The Lancet* 322:1078–1079 . doi: 10.1016/S0140-6736(83)91058-9

Tate JE, Burton AH, Boschi-Pinto C, Parashar UD, Network WHO-CGRS, Agocs M, Serhan F, de Oliveira L, Mwenda JM, Mihigo R (2016) Global, regional, and national estimates of rotavirus mortality in children < 5 years of age, 2000–2013. *Clinical Infectious Diseases* 62:S96–S105

Tate JE, Burton AH, Boschi-Pinto C, Steele AD, Duque J, Parashar UD (2012) 2008 estimate of worldwide rotavirus-associated mortality in children younger than 5 years before the introduction of universal rotavirus vaccination programmes: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet infectious diseases* 12:136–141

Tate JE, Parashar UD (2014) Rotavirus vaccines in routine use. *Clinical Infectious Diseases* 59:1291–1301

Touray S, Ba H, Ba O, Koita M, Salem CBOA, Keita M, Traore D, Sy I, Winkler MS, Utzinger J, Cisse G (2012) Absence of dry season Plasmodium parasitaemia, but high rates of reported acute respiratory infection and diarrhoea in preschool-aged children in Kaedi, southern Mauritania. *Parasit Vectors* 5:193 . doi: 10.1186/1756-3305-5-193

Unicef (2010) Diarrhoea: why children are still dying and what can be done. [http://www.unicef.org/media/files/Final\\_Diarrhoea\\_Report\\_October\\_2009\\_final.pdf](http://www.unicef.org/media/files/Final_Diarrhoea_Report_October_2009_final.pdf)

UNICEF Enquête par Grappes à Indicateurs Multiples (MICS) 2015

Valenciano M, Moren A, Halm A, European Centre for Disease Prevention and Control (2013) Impact of rotavirus vaccination: generic study protocol. Publications Office, Luxembourg

Vallin J, Caselli G, Surault P (2002) Comportements, styles de vie et facteurs socioculturels de la mortalité. *Démographie: analyse et synthèse* 3:255–305

van Maarseveen NM, Wessels E, de Brouwer CS, Vossen AC, Claas EC (2010) Diagnosis of viral gastroenteritis by simultaneous detection of Adenovirus group F, Astrovirus, Rotavirus group A, Norovirus genogroups I and II, and Sapovirus in two internally controlled multiplex real-time PCR assays. *Journal of Clinical Virology* 49:205–210

- Verhagen P, Moore D, Manges A, Quach C (2011) Nosocomial rotavirus gastroenteritis in a Canadian paediatric hospital: incidence, disease burden and patients affected. *Journal of Hospital Infection* 79:59–63
- Vesikari T, Matson DO, Dennehy P, Van Damme P, Santosham M, Rodriguez Z, Dallas MJ, Heyse JF, Goveia MG, Black SB (2006) Safety and efficacy of a pentavalent human–bovine (WC3) reassortant rotavirus vaccine. *New England Journal of Medicine* 354:23–33
- Ward LA, Rosen BI, Yuan L, Saif LJ (1996) Pathogenesis of an attenuated and a virulent strain of group A human rotavirus in neonatal gnotobiotic pigs. *Journal of general virology* 77:1431–1441
- Wyatt RG, Greenberg HB, James WD, Pittman AL, Kalica AR, Flores J, Chanock RM, Kapikian AZ (1982) Definition of human rotavirus serotypes by plaque reduction assay. *Infection and immunity* 37:110–115
- Yen C, Tate JE, Steiner CA, Cortese MM, Patel MM, Parashar UD (2012) Trends in Intussusception Hospitalizations Among US Infants Before and After Implementation of the Rotavirus Vaccination Program, 2000–2009. *J Infect Dis* 206:41–48 . doi: 10.1093/infdis/jis314
- Zeller M, Rahman M, Heylen E, De Coster S, De Vos S, Arijs I, Novo L, Verstappen N, Van Ranst M, Matthijnsens J (2010) Rotavirus incidence and genotype distribution before and after national rotavirus vaccine introduction in Belgium. *Vaccine* 28:7507–7513 . doi: 10.1016/j.vaccine.2010.09.004
- Publication des données du SNIS.  
[http://www.snisrim.org/websnis/Pg\\_Publication\\_SNIS/TAwAACeYtwNISGxOcmdTQ1BYAwA](http://www.snisrim.org/websnis/Pg_Publication_SNIS/TAwAACeYtwNISGxOcmdTQ1BYAwA). Accessed 13 Oct 2018

# ANNEXE

## QUESTIONNAIRE:

### EVALUATION DE L'IMPACT DU VACCIN ROTAVIRUS EN MAURITANIA

INFORMATION SUR LE PATIENT: POUR TOUS ENFANTS < 5ANS HOSPITALISES POUR DIARRHEE					
1 Date: ____ / ____ / ____		2a Dossier Médical N°: _____ 2b N° Identification: _____			
JJMMAAAA					
Le nom du patient					
3 Hôpital notifiant:			4 Fiche remplie par:		
5 Patient traité dans :	1	Service d'hospitalisation	2	Service d'urgence (avec IV)	
6 Date d'hospitalisation: ____ / ____ / ____			7 Heure d'hospitalisation (approximatif) : ____ : ____		
JJMMAAAA			Heures: Minutes		
8 Age (mois): ____		9 Date de naissance : ____ / ____ / ____			
		JJMMAAAA			
10 Sexe:	1	Masculin	2	Féminin	
11 Poids actuel:	____ . ____	12 Taille actuelle:	____	13 Périmètre brachial	____
	kilogrammes		Centimètres		Centimètres
13a Allaitement exclusive / ____ / Lait artificiel / ____ / Allaitement mixte / ____ / Alimentation diversifié/ ____ /					
13b Avez-vous des animaux domestiques? Si oui lesquels : poules /__/ Chats/__/ Chiens/__/ Moutons/__/ Chèvres /__/ Porcs/__/ Ânes/__/ Bœufs/__/ Cheval/__/ Autres.....					

ANTECEDENTS MEDICAUX : POUR TOUS LESENFANTS < 5ANS HOSPITALISES POUR DIARRHEE	
14 Date début des symptômes (diarrhée): ____ / ____ / ____	
JJMMAAAA	
15 Combien de jours avant l'hospitalisation la diarrhée a-t-elle commencé ?	____ Jours (notez 99 si inconnu)
16 Quel était le nombre maximum de selles émises en 24 heures depuis le début maladie?	____ Episodes (notez 99 si inconnu)

<b>17</b> Vomissements? (Si NON ou INCONNU, passez à la question N°20)				1	Oui	2	Non	99	Inconnu		
<b>18</b> Combien de jours avant l'hospitalisation les vomissements ont-ils commencé?							___ __ Jours (notez 99 si inconnu)				
<b>19</b> Quel était le nombre maximum d'épisode de vomissement en 24 h depuis le début maladie?							___ __ Episodes (notez 99 si inconnu)				
<b>20</b> L'enfant a-t-il reçu une SRO <u>avant</u> de se présenter à l'hôpital?				1	Oui	2	Non	99	Inconnu		
<b>21</b> A l'arrivée ou à l'admission (avant réhydratation), quel était l'état général l'enfant?			1	Bon, alerte	2	Agité, irritable	3	Léthargique ou inconscient	99	Inconnu	
<b>22</b> A l'arrivée, à l'admission, ou au cours de la visite à l'hôpital, l'enfant avait-il les yeux enfoncés?						1	Oui	2	Non	99	Inconnu
<b>23</b> A l'arrivée ou à l'admission (avant réhydratation) quel était l'état de la soif de l'enfant?		1	(Pas soif), boit normalement	2	(Soif), boit avidement	3	Boit difficilement, incapable de boire	99	Inconnu		
<b>24</b> A l'arrivée ou à l'admission (avant réhydratation), décrire le pli cutané lors du pincement de la peau de l'abdomen?		1	S'efface rapidement (c.à.d, immédiatement)	2	S'efface lentement (c.à.d, 1-2 secondes)	3	S'efface très lentement (soit plus de 2 secondes)	99	Inconnu		
<b>25</b> Niveau de la déshydratation		1	Absente	2	Modérée	3	Sévère	4	état de choc		
<b>26</b> Est-ce que l'enfant a reçu des solutés IV durant l'hospitalisation?				1	Oui	2	Non	99	Inconnu		
<b>27</b> L'enfant a-t-il reçu une SRO durant son hospitalisation?				1	Oui	2	Non	99	Inconnu		
<b>28</b> Est-ce que l'enfant a fait de la fièvre avant l'admission à l'hôpital?				1	Oui	2	Non	99	Inconnu		
<b>29</b> Quel était la température maximale durant l'hospitalisation?				___ __ . ___ ° C (notez 99 si inconnu)							
<b>30</b> Est-ce que l'enfant souffre d'une maladie chronique?		1	Si oui, spécifiez:			2	Non	9	Inconnu		
<b>31</b> Echantillon de selles collecté?		1	Oui	2	<b>Non (Passez à question 33)</b>		<b>32</b> Date de collecte: ___ __ / ___ __ / ___ __				

**STATUT VACCINAL – UNIQUEMENT POUR LES ENFANTS NES APRES**

*S'il vous plaît demander à voir la carte de vaccination de l'enfant. Si la carte de vaccination de l'enfant est disponible, utilisez-la pour remplir la fiche documentée ci-dessous. Si la carte de vaccination existe, mais n'est pas disponible au moment de l'entrevue, demandez aux parents de rapporter la carte de vaccination à l'hôpital pour que vous puissiez compléter la fiche. **Ensuite, faites une photocopie de la carte de vaccination et agrafez-la à la fiche.***

<b>33</b> L'enfant a-t-il déjà reçu les vaccins du PEV?	1	Oui	2	Non (Passez à la question Q37)	9	Inconnu	
<b>34</b> Lieu de vaccination de l'enfant? (encercler le lieu et préciser le nom de la structure)	1	Centre de santé ou clinique Précisez (Nom du centre, Village, District):					
	2	Hôpital Précisez (Nom de l'hôpital, District):					
	3	Autre Précisez:					
	9	Inconnu					
<b>35a</b> Quelle est la source d'information sur la vaccination?	1	Carte de vaccination	2	Registre de consultation	3	Orale	
<b>35b</b> Avez-vous fait une photocopie de la carte de vaccination ?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	
<b>36</b> L'enfant a-t-il reçu les vaccins suivants?							
a. RotaRix Dose 1?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ _____ <b>JJMMAAAA</b>
b. RotaRix Dose 2?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ _____ <b>JJMMAAAA</b>
d. Polio orale (naissance)?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ _____ <b>JJMMAAAA</b>
e. Polio orale Dose 1?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ _____ <b>JJMMAAAA</b>
f. Polio orale Dose 2?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____

							____ <b>JJMMAAAA</b>
g. Polio orale Dose 3?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ ____ <b>JJMMAAAA</b>
h. Pentavalent Dose 1?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ ____ <b>JJMMAAAA</b>
i. Pentavalent Dose 2?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ ____ <b>DDMMYYYY</b>
j. Pentavalent Dose 3?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ ____ <b>JJMMAAAA</b>
k. pneumocoque Dose 1?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ ____ <b>JJMMAAAA</b>
l. pneumocoque Dose 2?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ ____ <b>JJMMAAAA</b>
m. pneumocoque Dose 3?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ ____ <b>JJMMAAAA</b>
n. Rougeole?	1	Oui	2	Non	9	Inconnu	Date d'administration: ____ / ____ / ____ ____ <b>JJMMAAAA</b>



<b>INTERVIEW DES PARENTS <u>UNIQUEMENT</u> POUR LES ENFANTS NES APRES</b>															
<b>37</b> Quelle est votre lien de parenté avec l'enfant?			1	Mère	2	Père	3	Autre	4	Tuteur					
<b>38</b> Combien de personnes y compris l'enfant dorment ensemble la nuit dans la même maison ? (notez 99 si inconnu)															
<b>39</b> Combien d'enfants de moins de 5 ans séjournent au moins 4 nuits par semaine dans la même maison avec l'enfant? (notez 99 si inconnu)															
<b>40</b> Quel est l'âge (année) de la maman au moment de l'hospitalisation de l'enfant ? (notez 99 si inconnu)															
<b>41</b> Quel est le plus haut niveau de formation atteint par la mère ou tutrice?			1	Pas de scolarisation	2	Primaire	3	Secondaire	4	Post-secondaire	5	Université ou Plus			
<b>42</b> Quel est le statut marital de la mère?		1	Marié	2	Célibataire	3	Divorcé	4	Co-habitation	5	Veuve				
<b>43</b> Quel est le plus haut niveau de formation atteint par le père ou tuteur?			1	Pas de scolarisation	2	Primaire	3	Secondaire	4	Post-secondaire	5	Université ou Plus			
<b>44</b> Y'a-t-il de l'électricité dans la cour où réside l'enfant?				1	Oui		2	Non		99	Inconnu				
<b>45</b> Source d'approvisionnement en eau de boisson de la famille?		1	Robin et dans la cour	2	Robinet partagé dans le quartier	3	forage	4	Puits couvert	5	Puits ouvert	6	Lac/Rivière	99	Inconnue
<b>46</b> Lequel des éléments suivants la famille possède -t-elle?															
a. Radio			1	Oui		2	Non		99	Inconnu					
b. Télévision			1	Oui		2	Non		99	Inconnu					
c. Réfrigérateur			1	Oui		2	Non		99	Inconnu					
d. Matelas			1	Oui		2	Non		99	Inconnu					
e. Vélo			1	Oui		2	Non		99	Inconnu					
f. Moto			1	Oui		2	Non		99	Inconnu					
g. voiture			1	Oui		2	Non		99	Inconnu					
h. Téléphone portable			1	Oui		2	Non		99	Inconnu					

i. Ordinateur	1	Oui	2	Non	99	Inconnu
---------------	---	-----	---	-----	----	---------

ISSUE FINALE POUR LE PATIENT : POUR TOUS ENFANTS < 5ANS HOSPITALISES POUR DIARRHEE											
47 Décharge: ____ / ____ / _____ <b>JJMMAAAA</b>			48 Heure approximative de la décharge: ____ : ____ ____ <b>H H M M</b>								
49 Evolution:	1	Guéri	2	Décédé	3	Transferé dans un autre hôpital	4	Sortie contre avis médical	9	9	inconnue

RESULTATS DE LABORATOIRE : POUR TOUS LES ENFANTS < 5ANS HOSPITALISES POUR DIARRHEE							
<b>Effectué par:</b>							
50 Date d'envoi des prélèvements au laboratoire?	____ / ____ / _____ (Notez 99 si inconnue) <b>JJMMAAAA</b>						
51 Date de réception du prélèvements au laboratoire?	____ / ____ / _____ (Notez 99 si inconnue) <b>JJMMAAAA</b>						
52 Qualité du prélèvement conforme?	1	Oui	2	Non	9	9	Inconnue
53 Date d'analyse de l'échantillon au Laboratoire?	____ / ____ / _____ (Notez 99 si inconnue) <b>JJMMAAAA</b>						
54 Résultat de recherche du rotavirus par ELISA?	1	Yes	2	No	99	Indeterminé	
55 Date du retour des résultats à l'hôpital?	____ / ____ / _____ (Notez 99 si inconnue) <b>JJMMAAAA</b>						
56 Génotype du rotavirus détecté ?	G: ____ P: ____						