

# Table des matières

<b>Introduction</b> . . . . .	1
María-Carla SALEH et Félix Augusto REY	
<b>Chapitre 1. Virus à ADN</b> . . . . .	7
Lindsey M. COSTANTINI et Blossom DAMANIA	
1.1. Introduction aux virus à ADN . . . . .	7
1.1.1. Quels sont les virus à ADN les plus abondants ? . . . . .	8
1.1.2. Virus à ADN infectant l'homme . . . . .	11
1.2. Taxonomie et structure . . . . .	12
1.2.1. Les virus tumoraux à ADN de petite taille, par exemple le papillomavirus humain . . . . .	13
1.2.2. Les virus tumoraux à ADN de grande taille, par exemple le sarcome de Kaposi, associé à l'herpèsvirus . . . . .	14
1.3. Génomes . . . . .	14
1.3.1. Le VPH, un petit génome de virus tumoral à ADN . . . . .	15
1.3.2. Le KSHV, un virus tumoral à ADN de grande taille . . . . .	16
1.4. Expression et régulation des gènes . . . . .	16
1.4.1. Expression génique du virus tumoral à ADN de petite taille, l'exemple du VPH . . . . .	18
1.4.2. Expression génique des virus tumoraux à ADN de grande taille, l'exemple du KSHV . . . . .	19
1.4.3. Inhibition de l'expression génique cellulaire par le virus de l'ADN. . . . .	20
1.5. Cycle infectieux . . . . .	21
1.5.1. Cycle de vie du virus tumoral à ADN de petite taille, l'exemple du VPH. . . . .	22
1.5.2. Cycle de vie du virus tumoral à ADN de grande taille, l'exemple du KSHV. . . . .	25

1.6. Survie cellulaire d'origine virale . . . . .	26
1.6.1. Amélioration de la survie des cellules par le virus tumoral à ADN de petite taille, par exemple le VPH . . . . .	27
1.6.2. Amélioration de la survie des cellules par le virus tumoral à ADN de grande taille, par exemple le KSHV . . . . .	27
1.7. Prévalence et prévention des maladies . . . . .	28
1.7.1. VPH, virus tumoral à ADN de petite taille et pathogènes . . . . .	28
1.7.2. Le KSHV, un gros virus à ADN responsable de multiples pathologies . . . . .	30
1.8. Conclusion . . . . .	32
1.9. Bibliographie . . . . .	32
<b>Chapitre 2. Virus à ARN double brin . . . . .</b>	<b>39</b>
Michelle M. ARNOLD, Albie VAN DIJK et Susana LÓPEZ	
2.1. Introduction . . . . .	39
2.1.1. Sous-famille . . . . .	42
2.2. Rotavirus . . . . .	43
2.2.1. Structure du virion . . . . .	43
2.2.2. Génome . . . . .	44
2.2.3. Entrée du virus . . . . .	45
2.2.4. Transcription, réplication et tri des segments du génome . . . . .	46
2.2.5. Interactions avec les cellules hôtes : synthèse des protéines . . . . .	48
2.2.6. L'évasion immunitaire innée . . . . .	48
2.3. Réovirus . . . . .	49
2.3.1. L'utilisation du réovirus comme agent anticancéreux . . . . .	49
2.3.2. Structure du virion . . . . .	50
2.3.3. Génome . . . . .	50
2.3.4. Entrée du virus . . . . .	50
2.3.5. Transcription et synthèse des protéines . . . . .	51
2.3.6. Conditionnement de l'ARN et assemblage des virions . . . . .	52
2.3.7. L'évasion de l'immunité innée . . . . .	54
2.4. Orbivirus . . . . .	55
2.4.1. Structure du virion . . . . .	57
2.4.2. Génome . . . . .	57
2.4.3. Cycle de réplication . . . . .	58
2.4.4. Entrée du virus . . . . .	58
2.4.5. Transcription, sélection, conditionnement et réplication de l'ARNsb(+) . . . . .	59
2.4.6. L'évasion immunitaire innée . . . . .	61

2.5. Remarques finales et défis futurs pour comprendre la biologie des virus à ARNdb . . . . .	62
2.6. Bibliographie . . . . .	63
<b>Chapitre 3. Virus à ARN brin négatif . . . . .</b>	<b>73</b>
Rachel FEARNs	
3.1. Introduction . . . . .	73
3.2. Cycles de réplication des virus à ARN négatif . . . . .	74
3.2.1. L'ordre <i>Mononegavirales</i> . . . . .	74
3.2.2. L'ordre <i>Bunyavirales</i> . . . . .	77
3.2.3. L'ordre <i>Articulavirales</i> . . . . .	81
3.2.4. Le genre <i>Deltavirus</i> . . . . .	82
3.2.5. Résumé des cycles de réplication virale . . . . .	84
3.3. Mécanismes de transcription et de réplication des virus à ARN négatif . . . . .	84
3.3.1. Aperçu des différentes polymérases des virus à ARN négatif . . . . .	84
3.3.2. Polymérases des orthomyxovirus : mécanismes de transcription et de réplication . . . . .	85
3.3.3. La polymérase des bunyavirus . . . . .	89
3.3.4. Polymérases des mononégavirus : mécanismes de transcription et de réplication . . . . .	90
3.3.5. Observations finales . . . . .	94
3.4. Bibliographie . . . . .	94
<b>Chapitre 4. Épitranscriptomique virale . . . . .</b>	<b>107</b>
Rachel NETZBAND et Cara T. PAGER	
4.1. Introduction . . . . .	107
4.1.1. Marquages épitranscriptomiques ? . . . . .	107
4.1.2. Génération des marques épitranscriptomiques . . . . .	108
4.2. Les outils de découverte des modifications de l'ARN . . . . .	108
4.2.1. Chromatographie et spectrométrie de masse . . . . .	109
4.2.2. Méthodes de séquençage pour la détection des PTM . . . . .	112
4.3. Modifications de l'ARN déposées par des enzymes virales . . . . .	116
4.3.1. Couverture de l'extrémité 5' de l'ARN viral par les méthyltransférases virales . . . . .	116
4.3.2. 2'O-méthylation de l'ARN viral . . . . .	117
4.4. Édition de l'ARN viral par des enzymes cellulaires . . . . .	123
4.4.1. Modification de l'uridine en pseudo-uridine ( $\Psi$ ) . . . . .	124
4.4.2. Modification de l'adénosine en inosine . . . . .	126
4.5. Modifications de l'ARN viral par des enzymes cellulaires . . . . .	132

4.5.1. Rôle de la N6-méthyladénosine (m <sup>6</sup> A) dans l'expression des gènes viraux . . . . .	132
4.5.2. Rôle de la 5-méthylcytosine (m <sup>5</sup> C) dans l'expression des gènes viraux . . . . .	139
4.5.3. L'épitranscriptome viral . . . . .	142
4.6. Conclusion . . . . .	143
4.7. Bibliographie . . . . .	144

## **Chapitre 5. Particules virales défectueuses . . . . . 159**

Carolina B. LÓPEZ

5.1. Introduction . . . . .	159
5.2. Découverte de génomes viraux défectueux et début de la recherche . .	160
5.3. Classes de génomes viraux défectueux . . . . .	167
5.3.1. Mutations et changements de cadre de lecture . . . . .	168
5.3.2. DVG de délétion . . . . .	168
5.3.3. <i>Copy-back</i> et <i>snap-back</i> DVGs . . . . .	169
5.3.4. Autres . . . . .	170
5.4. Impacts sur l'interaction virus-hôte . . . . .	170
5.4.1. Interférence avec la réplication du virus . . . . .	171
5.4.2. Stimulation de la réponse immunitaire . . . . .	172
5.4.3. Antiviraux et vaccins . . . . .	174
5.4.4. Établissement de la persistance du virus . . . . .	175
5.4.5. Impact sur la propagation du virus . . . . .	176
5.5. Facteurs spécifiques de l'hôte affectant l'accumulation et l'activité des DVGs . . . . .	176
5.6. Conclusion . . . . .	177
5.7. Bibliographie . . . . .	177

## **Chapitre 6. Les virus entériques et le microbiote intestinal . . . . . 195**

Matthew PHILLIPS, Bria F. DUNLAP, Megan T. BALDRIDGE  
et Stephanie M. KARST

6.1. Introduction . . . . .	195
6.2. Picornavirus entériques . . . . .	196
6.2.1. Les microbiotes intestinaux et leur rôle dans la stabilité du poliovirus . . . . .	197
6.2.2. Les glycanes bactériens et leur rôle dans la fixation du virion aux cellules cibles . . . . .	198
6.2.3. Les microbiotes intestinaux et leur participation dans la recombinaison du poliovirus . . . . .	198
6.3. Virus murin de la tumeur mammaire . . . . .	199

6.3.1. Liaison du MMTV au LPS et genèse d'un environnement immunitaire tolérogène propice à la persistance du virus . . . . .	200
6.3.2. Des protéines de l'hôte liant le LPS dans l'enveloppe du MMTV . . . . .	200
6.4. Réovirus. . . . .	202
6.4.1. Les microbiotes intestinaux et la stabilité des réovirus . . . . .	202
6.4.2. Inhibition de l'infection par le rotavirus à travers les propriétés immunostimulantes de la flagelline bactérienne. . . . .	204
6.4.3. Activités anti-rotavirus directes et indirectes des bactéries filamenteuses segmentées . . . . .	205
6.4.4. Comment concilier les observations apparemment contradictoires de facilitation et de suppression de l'infection à rotavirus par des bactéries ? . . . . .	206
6.5. Norovirus . . . . .	206
6.5.1. Favorisation du microbiote intestinal par l'infection par les norovirus . . . . .	207
6.5.2. Des réponses immunitaires antivirales lors d'une infection par un norovirus dépendantes des microbiotes intestinaux . . . . .	209
6.6. Astrovirus. . . . .	212
6.6.1. Réduction de la réplication et l'infection par les astrovirus comme conséquence des réponses de l'hôte à l'interféron. . . . .	212
6.6.2. La dysbiose comme conséquence d'une infection par l'AstV . . . . .	213
6.6.3. Systèmes de culture <i>in vivo</i> et <i>in vitro</i> pour l'étude de la pathogenèse de l'AstV . . . . .	213
6.7. Conclusion . . . . .	214
6.8. Bibliographie. . . . .	215

## **Chapitre 7. Interactions plantes-virus-vecteurs . . . . . 225**

Swapna Priya RAJARAPU, Diane E. ULLMAN, Marilyne UZEST,  
Dorith ROTENBERG, Norma A. ORDAZ et Anna E. WHITFIELD

7.1. Introduction. . . . .	225
7.2. Transmission non circulante des virus . . . . .	226
7.2.1. Vecteurs des virus non circulants. . . . .	228
7.2.2. Forte spécificité des interactions entre virus et vecteurs . . . . .	229
7.2.3. Stratégie de la capsid (CP). . . . .	230
7.2.4. Stratégie du facteur assistant . . . . .	230
7.3. Transmission circulante . . . . .	232
7.3.1. Vecteurs des virus circulants . . . . .	233
7.4. Récepteurs des virus non circulants . . . . .	234
7.4.1. Récepteurs dans les stylets des pucerons . . . . .	234
7.4.2. Récepteurs des virus dans les tubes digestifs des vecteurs . . . . .	235

7.5. Les récepteurs dans les vecteurs de virus circulants . . . . .	235
7.5.1. Attachement et transcytose de virus circulants. . . . .	235
7.5.2. Récepteurs de virus circulants . . . . .	236
7.6. Circulation, attachement et entrée de virus propagatifs . . . . .	237
7.6.1. Attachement et entrée des virus circulants et propagatifs . . . . .	237
7.6.2. Récepteurs dans les vecteurs de virus circulants et propagatifs . . . . .	239
7.6.3. Transmission verticale des virus circulants et propagatifs . . . . .	240
7.7. Différentes formes de transmission pour les virus non circulants . . . . .	241
7.8. Outils « omiques » pour l'étude des interactions entre virus et arthropodes . . . . .	242
7.9. Immunité innée du vecteur en réponse aux virus. . . . .	245
7.10. Manipulation de l'hôte et du vecteur par des virus de plantes . . . . .	248
7.10.1. Manipulation indirecte des insectes vecteurs par les virus . . . . .	248
7.10.2. Manipulation directe des insectes vecteurs par des virus végétaux . . . . .	263
7.10.3. Manipulation des plantes hôtes par les virus conduisant à une transmission vectorielle renforcée . . . . .	265
7.11. Remarques de conclusion. . . . .	266
7.12. Remerciements . . . . .	267
7.13. Bibliographie . . . . .	268

**Chapitre 8. Évolution et origine des virus humains. . . . . 287**

Rachele CAGLIANI, Alessandra MOZZI, Chiara PONTREMOLI  
et Manuela SIRONI

8.1. Introduction. . . . .	287
8.2. Origine et histoire évolutive ancienne des virus humains. . . . .	288
8.2.1. Origine et histoire évolutive ancienne des virus à ARN humains . . . . .	288
8.2.2. Origine et histoire évolutive ancienne des virus humains à transcription inverse . . . . .	293
8.2.3. Origine et histoire évolutive ancienne des virus à ADN humains . . . . .	297
8.3. Sources de la diversité génétique virale . . . . .	302
8.4. Évolution virale et spectre d'hôtes . . . . .	305
8.5. Évolution récente des virus à ARN humain : quelques exemples . . . . .	311
8.6. Conclusion . . . . .	318
8.7. Bibliographie. . . . .	318

**Liste des auteurs. . . . . 337**

**Index . . . . . 339**