

Table des matières

Chapitre 1 – Un rappel de la génétique	1
Sommaire	1
Objectifs pédagogiques	2
1.1 Généralités	3
1.2 Les gènes et les chromosomes	3
1.3 La mitose et la méiose	5
1.4 L'ADN	6
1.5 L'opéron	7
1.6 Le locus	7
1.7 Les allèles ou paires de gènes	8
1.8 Le génotype et le phénotype	9
1.9 L'haplotype	9
1.10 L'effet de position	9
1.11 Les symboles utilisés dans l'élaboration d'un arbre généalogique	10
1.12 La transmission d'un caractère autosomal dominant et d'un caractère autosomal récessif	11
1.13 La transmission liée au sexe	13
1.14 Les groupes sanguins	15
1.15 La fréquence des phénotypes	16
1.16 La fréquence des génotypes	16
1.17 La terminologie des groupes sanguins	17
1.17.1 Le gène et l'antigène	17
1.17.2 Les phénotypes et les génotypes	18
1.17.3 Les listes	18
1.17.4 Utilisation correcte de la terminologie – exemples	18
1.17.5 Les noms des systèmes de groupes sanguins	19

Autoévaluation	21
Corrigé	27
Chapitre 2 – L’immunologie	29
Sommaire	29
Objectifs pédagogiques	30
2.1 Quelques définitions	32
2.2 L’immunité naturelle, l’immunité acquise	33
2.2.1 L’immunité naturelle	33
2.2.2 L’immunité acquise	34
2.3 Les cellules de l’immunité	35
2.3.1 Les lymphocytes T	35
2.3.2 Les lymphocytes B	37
2.3.3 Les lymphocytes NK	37
2.3.4 Les cellules présentatrices de l’antigène	39
2.4 La réponse immunitaire acquise : l’immunité humorale et l’immunité cellulaire	39
2.4.1 Les deux étapes de la réponse immunitaire acquise	39
2.4.2 L’immunité humorale	40
2.4.3 L’immunité cellulaire	43
2.4.4 Les cytokines	44
2.5 Les antigènes	44
2.6 Les anticorps	46
2.6.1 La structure de base de l’immunoglobuline	47
2.6.2 L’action des enzymes protéolytiques	48
2.6.3 L’IgM	49
2.6.4 L’IgG	50
2.6.5 L’IgA	51
2.6.6 L’IgD	51
2.6.7 L’IgE	52
2.6.8 Les anticorps monoclonaux et les anticorps polyclonaux	53
2.7 Les caractéristiques et la signification clinique des anticorps des groupes sanguins	54
2.8 Le complément	56
2.8.1 L’activation du complément par la voie classique	57
2.8.2 L’activation du complément par la voie alterne ou voie de la properdine	58
2.8.3 Le complexe d’attaque membranaire	59
2.9 Les réactions antigène-anticorps <i>in vivo</i>	61
2.10 Les réactions antigène-anticorps <i>in vitro</i>	61
2.11 L’agglutination	62
2.12 Les facteurs influençant l’union antigène-anticorps et la formation d’amas érythrocytaires	64
2.12.1 La proportion antigène-anticorps	65
2.12.2 Le nombre de sites antigéniques	66
2.12.3 Le type d’immunoglobuline	66
2.12.4 Le pH	67
2.12.5 La force ionique du milieu	67

2.12.6	La température	67
2.12.7	Le temps d'incubation	68
2.12.8	La centrifugation	68
2.12.9	La force de répulsion et le potentiel ζ (ζ)	68
2.13	L'utilisation de potentiateurs ou de milieux d'addition	71
2.13.1	Le PEG	72
2.13.2	Le LISS	72
2.13.3	L'albumine	72
2.13.4	Les enzymes protéolytiques	72
2.13.5	L'antiglobuline humaine	73
2.14	L'hémolyse	75
2.15	L'inhibition	75
	Autoévaluation	76
	Corrigé	83
Chapitre 3 – Le système ABO		85
	Sommaire	85
	Objectifs pédagogiques	86
3.1	L'historique du système ABO	87
3.2	Les phénotypes courants	88
3.3	La fréquence et la répartition géographique des phénotypes et génotypes ABO	90
3.4	La transmission génétique	91
3.5	La formation des antigènes A, B et H	93
3.6	L'interaction des gènes <i>Hh</i> et des gènes <i>ABO</i>	96
3.7	Le développement des antigènes	98
3.8	La formation des antigènes solubles A, B et H	98
3.9	La distribution des antigènes ABH	99
3.10	Les sous-groupes de A	99
3.11	Les phénotypes A faibles	102
3.12	Les sous-groupes de B	103
3.13	Les phénotypes Bombay (O_h) et para-Bombay	104
3.14	Les anticorps du système ABO	107
3.14.1	Les caractéristiques des anticorps naturels du système ABO	107
3.14.2	Le développement des anticorps du système ABO	108
3.14.3	Les caractéristiques des anticorps immuns du système ABO	108
3.14.4	Les propriétés générales des anticorps naturels et immuns du système ABO	108
3.15	Les modifications acquises des antigènes ABH	110
3.16	La pratique transfusionnelle	110
	Autoévaluation	112
	Corrigé	116

Chapitre 4 – Le système Rh	119
Sommaire	119
Objectifs pédagogiques	120
4.1 L'histoire du système Rh	121
4.2 Les nomenclatures du système Rh	122
4.2.1 La nomenclature de Fisher-Race	122
4.2.2 La nomenclature de Wiener	124
4.2.3 La nomenclature de Rosenfield	125
4.2.4 La nomenclature numérique de l'ISBT	126
4.3 Un nouveau concept génétique	128
4.4 Le concept génétique des Rh _{mul} et Rh _{mod}	129
4.5 Les phénotypes et génotypes probables	130
4.6 Les antigènes D	133
4.6.1 L'antigène D ^u	133
4.6.2 L'antigène D faible	133
4.6.3 L'antigène D partiel	134
4.7 Les phénotypes exceptionnels et les allèles rares	135
4.7.1 L'antigène ce (f)	135
4.7.2 L'antigène Ce	135
4.7.3 L'antigène G	135
4.7.4 L'antigène V	135
4.7.5 Les D-délétion	135
4.8 L'antigène LW	136
4.9 Les caractéristiques des anticorps du système Rh	136
4.10 La pratique transfusionnelle	138
Autoévaluation	139
Corrigé	143
Chapitre 5 – Le système Lewis	145
Sommaire	145
Objectifs pédagogiques	146
5.1 Généralités	147
5.2 Les phénotypes Lewis	147
5.2.1 Le phénotype érythrocytaire Lewis Le(a+b-)	148
5.2.2 Le phénotype érythrocytaire Lewis Le(a-b+)	148
5.2.3 Le phénotype érythrocytaire Lewis Le(a-b-)	150
5.3 Le développement des antigènes	152
5.4 La transmission héréditaire	152
5.5 Les anticorps Lewis	153
5.5.1 L'anti-Le ^a	154
5.5.2 L'anti-Le ^b	154
5.5.3 L'anti-Le ^x	155

5.6	La signification clinique des anticorps Lewis	156
	Autoévaluation	158
	Corrigé	161
Chapitre 6 – Les autres systèmes de groupes		163
	Sommaire	163
	Objectifs pédagogiques	164
6.1	La terminologie des antigènes érythrocytaires	165
6.2	Le système Kell (ISBT 006)	165
6.2.1	Historique	165
6.2.2	Les antigènes du système Kell	167
6.2.3	Le phénotype K ₀	168
6.2.4	Le phénotype McLeod	168
6.2.5	Les anticorps du système Kell	168
6.2.5.1	Les caractéristiques de l'anti-Kell	168
6.2.5.2	Les caractéristiques des anticorps anti-K _p ^a , anti-Js ^a et autres anticorps correspondant à des antigènes de basse fréquence	169
6.2.5.3	Les caractéristiques des anticorps anti-k, anti-K _p ^b , anti-Js ^b et autres anticorps correspondant à des antigènes de haute fréquence	170
6.2.6	La pratique transfusionnelle	171
6.3	Le système Duffy (ISBT 008)	171
6.3.1	Historique	171
6.3.2	Les antigènes du système Duffy	172
6.3.3	Les anticorps du système Duffy	172
6.3.3.1	Les anticorps anti-Fy ^a et anti-Fy ^b	173
6.3.3.2	Les anticorps anti-Fy3, anti-Fy4, anti-Fy5 et anti-Fy6	173
6.3.4	La pratique transfusionnelle	174
6.4	Le système Kidd (ISBT 009)	175
6.4.1	Historique	175
6.4.2	Les antigènes du système Kidd	175
6.4.3	Les anticorps du système Kidd	176
6.4.3.1	L'anti-Jk ^a et l'anti-Jk ^b	176
6.4.3.2	L'anti-Jk3	177
6.4.4	La pratique transfusionnelle	177
6.5	Le système MNSs (ISBT 002)	178
6.5.1	Historique	178
6.5.2	Les antigènes du système MNSs	179
6.5.3	Les anticorps du système MNSs	180
6.5.3.1	L'anti-M	180
6.5.3.2	L'anti-N	181
6.5.3.3	L'anti-S et l'anti-s	181
6.5.3.4	L'anti-U	181
6.5.3.5	Les anticorps dirigés contre des antigènes de basse fréquence et les anticorps dirigés contre des antigènes de haute fréquence	181
6.5.4	La pratique transfusionnelle	182

6.6	Le système P (ISBT 003) et les antigènes P, P ^k et LKE (collection 209)	182
6.6.1	Historique	182
6.6.2	Les antigènes du système P	183
6.6.3	Les anticorps du système P	184
6.6.3.1	L'anti-P ₁	184
6.6.3.2	L'anti-PP ₁ P ^k	184
6.6.3.3	L'anti-P	185
6.6.4	La pratique transfusionnelle	185
6.7	La collection Ii (collection 207)	186
6.7.1	Historique	186
6.7.2	Les antigènes de la collection Ii	186
6.7.3	Les anticorps de la collection Ii	187
6.7.3.1	L'anti-I	187
6.7.3.2	L'anti-i	188
6.7.4	La pratique transfusionnelle	189
6.8	Le système Luthéran (ISBT 005)	190
6.8.1	Historique	190
6.8.2	Les antigènes du système Luthéran	191
6.8.3	Les anticorps du système Luthéran	192
6.8.3.1	L'anti-Lu ^a	192
6.8.3.2	L'anti-Lu ^b	192
6.8.3.3	L'anti-Lu ₃	193
6.8.4	La pratique transfusionnelle	193
6.9	Le système Diego (ISBT 010)	194
6.10	Le système Cartwright (ISBT 011)	195
6.11	Le système Xg (ISBT 012)	196
6.12	Le système Scianna (ISBT 013)	197
6.13	Le système Dombrock (ISBT 014)	198
6.14	Le système Colton (ISBT 015)	200
6.15	Le système Chido/Rodgers (ISBT 017)	201
6.16	Le système Gerbich (ISBT 020)	202
6.17	Le système Cromer (ISBT 021)	204
6.18	Le système Knops (ISBT 022)	205
6.19	Le système Indian (ISBT 023)	206
6.20	Les anticorps de type TÉFA (HTLA)	207
6.21	Les antigènes publics et les antigènes privés	207
6.22	Résumé des principales caractéristiques des anticorps de tous les systèmes de groupes sanguins	208
6.23	Le système HLA	211
6.23.1	Généralités	211
6.23.2	Historique	211
6.23.3	La nomenclature	211
6.23.4	La fonction des produits des gènes HLA	214
6.23.5	La distribution tissulaire des molécules HLA	215

6.23.6	Les antigènes du système HLA	215
6.23.7	Les anticorps du système HLA	215
6.23.8	Les tests d'histocompatibilité	216
6.23.9	Les recherches de paternité et le système HLA	217
6.23.10	L'association du complexe HLA avec certaines maladies	218
6.23.11	Le système HLA et les transfusions de plaquettes	218
6.23.12	Le système HLA et la transplantation d'organes	220
6.23.13	Le système HLA et la greffe de moelle osseuse	221
	Autoévaluation	223
	Corrigé	232
Chapitre 7 – La maladie hémolytique du nouveau-né		233
	Sommaire	233
	Objectifs pédagogiques	234
7.1	Une définition	236
7.2	L'étiologie	237
7.3	La physiopathologie	237
7.3.1	La formation des anticorps chez la mère	237
7.3.2	Le passage des anticorps chez le fœtus	239
7.3.3	Le mode d'action des anticorps sur les hématies du fœtus et du nouveau-né	240
7.4	Le diagnostic prénatal et la prédiction de la sévérité de la maladie hémolytique du fœtus et du nouveau-né	242
7.5	Le traitement prénatal	245
7.5.1	L'accouchement provoqué avant terme	245
7.5.2	La transfusion intra-utérine	246
7.5.3	La plasmaphérèse	246
7.6	Le diagnostic postnatal	247
7.7	Le traitement à la naissance	248
7.7.1	L'exsanguino-transfusion	248
7.7.2	La photothérapie	249
7.8	La prévention de la maladie hémolytique du nouveau-né causée par l'antigène D	249
7.8.1	Le mécanisme d'action	250
7.8.2	Les indications	250
7.8.3	La posologie	251
7.9	La maladie hémolytique du nouveau-né causée par les antigènes A et B	253
7.10	Les autres causes de la maladie hémolytique du nouveau-né	255
	Autoévaluation	256
	Corrigé	264
Chapitre 8 – L'anémie hémolytique auto-immune		269
	Sommaire	269
	Objectifs pédagogiques	270

8.1	Les autoanticorps	271
8.2	Classification des anémies hémolytiques auto-immunes	271
8.3	Le diagnostic sérologique des anémies hémolytiques auto-immunes	272
8.4	L'anémie hémolytique à autoanticorps chauds	274
8.4.1	Les caractéristiques	274
8.4.2	Les tests de laboratoire	275
8.4.3	La sélection de sang pour la transfusion	278
8.4.4	Le traitement des AHAI à autoanticorps chauds	279
8.5	L'anémie hémolytique à autoanticorps froids	279
8.5.1	Les caractéristiques	279
8.5.2	Spécificités des autoagglutinines froides non cliniquement significatives	280
8.5.3	Les tests de laboratoire pour la mise en évidence des autoagglutinines froides non cliniquement significatives	281
8.5.4	Les spécificités des autoagglutinines froides cliniquement significatives	283
8.5.5	Le tableau clinique	283
8.5.6	Les tests de laboratoire pour la mise en évidence des autoagglutinines froides cliniquement significatives	284
8.5.7	La sélection de sang pour la transfusion	284
8.6	L'hémoglobinurie froide paroxystique	284
8.7	L'anémie hémolytique d'origine médicamenteuse	285
	Autoévaluation	290
	Corrigé	296
Chapitre 9 – La transfusion sanguine		297
	Sommaire	297
	Objectifs pédagogiques	298
9.1	Héma-Québec	300
9.2	Le don de sang	303
9.2.1	Les critères de sélection du sang	303
9.2.2	La phlébotomie	307
9.2.3	Les analyses de laboratoire	308
9.2.4	L'étiquette ISBT 128	309
9.3	Les dérivés sanguins	309
9.4	La conservation du sang et des dérivés sanguins	317
9.4.1	Les sacs utilisés pour les dons de sang	317
9.4.2	Les solutions anticoagulantes	318
9.4.3	Les modifications biochimiques du sang conservé à 4 °C	320
9.4.4	La réjuvenation	321
9.4.5	L'entreposage des produits sanguins	321
9.5	Le transport des produits sanguins	322
9.6	La réception des produits sanguins	323
9.7	La décongélation des dérivés sanguins	324
9.8	La préparation de pools de produits sanguins	324

9.8.1	Marche à suivre pour la préparation de pools de concentrés plaquettaires	324
9.8.2	Marche à suivre pour la préparation de pools de cryoprécipités	325
9.9	Les dons particuliers	326
9.9.1	L'aphérèse	326
9.9.2	Les méthodes de séparation	326
9.9.3	La plasmaphérèse	327
9.9.4	La thrombocytophérèse	327
9.9.5	La leucocytophérèse	328
9.9.6	L'aphérèse pour le prélèvement de cellules souches hématopoïétiques	328
9.9.7	L'aphérèse thérapeutique	329
9.9.8	Les dons de sang autologues	330
9.9.9	Les don de sang dirigés	330
9.9.10	Les dons de sang désignés	331
9.10	Les solutions de rechange à la transfusion en chirurgie	331
9.10.1	Les modalités préopératoires	332
9.10.2	Les modalités périopératoires	332
9.10.3	Les modalités postopératoires	333
	Autoévaluation	334
	Corrigé	338
Chapitre 10 – La pratique transfusionnelle		341
	Sommaire	341
	Objectifs pédagogiques	342
10.1	La sécurité transfusionnelle	343
10.2	Les règles de compatibilité	343
10.3	Les examens prétransfusionnels	346
10.4	Les critères d'inspection visuelle	348
10.5	L'acte transfusionnel	349
10.6	La durée de conservation des dossiers et des échantillons	349
10.7	Les situations particulières	351
10.7.1	Les transfusions massives	351
10.7.2	Les transfusions d'urgence	352
10.7.3	Les transfusions autologues	353
10.7.4	Les transfusions pédiatriques	353
10.8	Les réactions transfusionnelles	354
10.8.1	La réaction hémolytique immédiate	354
10.8.2	La réaction hémolytique retardée	354
10.8.3	La réaction fébrile	358
10.8.4	Le choc endotoxinique secondaire à la contamination bactérienne du produit	358
10.8.5	La réaction allergique bénigne ou hypersensibilité	359
10.8.6	La réaction allergique sévère ou choc anaphylactique	359
10.8.7	La surcharge circulatoire	360
10.8.8	Le syndrome des transfusions massives	360
10.8.9	Le purpura post-transfusionnel	361
10.8.10	La réaction du greffon contre l'hôte	361

10.8.11 L'allo-immunisation du receveur	361
10.8.12 La transmission de maladies infectieuses	362
10.8.13 Le syndrome respiratoire aigu post-transfusionnel	363
10.9 Les symptômes et la prévention des réactions transfusionnelles	365
10.10 Le diagnostic des réactions transfusionnelles	368
10.11 La déclaration des réactions transfusionnelles	370
10.12 La déclaration des infections par virus	370
Autoévaluation	371
Corrigé	376
Chapitre 11 – Introduction aux techniques d'immunohématologie en tubes	379
Sommaire	379
Objectifs pédagogiques	380
11.1 Le matériel	381
11.1.1 Les tubes	381
11.1.2 Les pipettes	381
11.1.3 Les bains-marie	381
11.2 Les prélèvements	382
11.2.1 L'échantillon de sang coagulé ou anticoagulé	382
11.2.2 Le prélèvement des échantillons	382
11.3 Les réactifs	383
11.3.1 Les hématies-tests	383
11.3.2 Les sérums-tests	383
11.4 La centrifugation	384
11.5 La lecture des résultats	384
11.6 Le degré d'intensité d'agglutination	385
11.7 Les règles à observer	385
11.8 Les causes d'erreurs courantes	386
11.9 Les techniques	387
Autoévaluation	388
Corrigé	390
Chapitre 12 – Les techniques d'immunohématologie en tubes	391
Sommaire	391
Objectifs pédagogiques	392
12.1 Introduction	393
12.2 L'épreuve ABO globulaire et sérique	393
12.2.1 Le principe	393
12.2.2 Le matériel	393
12.2.3 La technique	395
12.2.4 Les résultats et l'interprétation	396

12.2.5	Les témoins	396
12.2.6	Les causes d'erreurs	397
12.2.7	Marche à suivre en cas de discordance ABO	398
12.3	La détermination des sous-groupes de A	399
12.3.1	Le principe	399
12.3.2	Le matériel	399
12.3.3	La technique	399
12.3.4	Les résultats et l'interprétation	400
12.3.5	Les causes d'erreurs	400
12.4	La recherche de l'antigène D	401
12.4.1	Le principe	401
12.4.2	Le matériel	401
12.4.3	La technique de recherche de l'antigène D	403
12.4.4	La technique de recherche de l'antigène D faible	403
12.4.5	Les résultats et l'interprétation	404
12.4.6	Les causes d'erreurs	405
12.5	Le phénotype Rh	405
12.5.1	Le principe	405
12.5.2	Le matériel	406
12.5.3	La technique	406
12.5.4	Les résultats et l'interprétation	407
12.5.5	Les causes d'erreurs	407
12.5.6	Détermination du génotype probable au moyen de la méthode par fréquences	407
12.5.7	Détermination du génotype probable au moyen de la méthode par distribution	407
12.6	Le test à l'antiglobuline humaine ou test de Coombs	409
12.6.1	Le principe	409
12.6.2	Le lavage des hématies	410
12.6.3	L'utilisation d'un sérum à l'antiglobuline humaine	411
12.6.4	La composition du sérum antiglobuline humaine	411
12.6.5	La composition du contrôle de Coombs	412
12.6.6	La technique du contrôle de Coombs	412
12.6.7	L'interprétation du contrôle de Coombs	413
12.7	Le test direct à l'antiglobuline humaine (TDA) ou le test de Coombs direct	413
12.7.1	Le principe	413
12.7.2	Le matériel	414
12.7.3	La technique du TDA chez l'adulte	414
12.7.4	Les résultats et l'interprétation du test direct à l'antiglobuline chez l'adulte	415
12.7.5	La technique du TDA différentiel	415
12.7.6	Les résultats et l'interprétation du TDA différentiel	416
12.7.7	La technique du TDA chez le nouveau-né	416
12.7.8	Les résultats et l'interprétation du TDA chez le nouveau-né	416
12.7.9	Les résultats et l'interprétation d'un test direct à l'antiglobuline	417
12.7.10	Analyse des globules rouges d'un sujet ayant un TDA positif	417
12.7.11	Les causes d'erreurs	417
12.8	La recherche d'anticorps irréguliers	418
12.8.1	Le principe	418
12.8.2	Le matériel	418
12.8.3	La technique	420

12.8.4	Les résultats et l'interprétation	442
12.8.5	Les anticorps détectés à chacune des phases	442
12.8.6	Les causes d'erreurs	423
12.9	L'identification d'anticorps irréguliers	424
12.9.1	Le principe	424
12.9.2	Le matériel	424
12.9.3	La technique	425
12.9.4	Les résultats et l'interprétation	425
12.9.5	La méthode proposée pour interpréter les résultats obtenus	425
12.9.6	Les causes d'erreurs	427
12.10	La technique de groupage relative aux autres systèmes de groupes sanguins	427
12.10.1	Le principe	427
12.10.2	Le matériel	427
12.10.3	La technique	427
12.11	L'épreuve de compatibilité sanguine	428
12.11.1	Le but	428
12.11.2	Le matériel	428
12.11.3	Le principe	429
12.11.4	La technique	429
12.11.5	Les résultats et l'interprétation	431
12.11.6	Les limites de l'épreuve de compatibilité	431
12.11.7	La transfusion d'urgence	431
12.11.8	Les règles de compatibilité	432
12.11.9	Le programme opératoire	433
12.12	L'épreuve de compatibilité abrégée	434
12.12.1	Conditions permettant d'effectuer l'épreuve de compatibilité abrégée	434
12.12.2	Le matériel	434
12.12.3	La technique	434
12.12.4	Les limites	435
12.13	Le titrage d'anticorps	435
12.13.1	Le but	435
12.13.2	Le principe	435
12.13.3	Le matériel	436
12.13.4	La technique	436
12.13.5	L'interprétation	437
12.14	L'élution	438
12.14.1	Le principe	438
12.14.2	Les buts	438
12.14.3	Le matériel	439
12.14.4	La technique	439
12.14.5	Les causes d'erreurs	439
12.15	L'élution par la méthode Lui	440
12.15.1	Le but	440
12.15.2	La technique	440
12.15.3	L'interprétation	441

12.16	L'adsorption	441
12.16.1	Le principe	441
12.16.2	Les buts	441
12.16.3	Le matériel	442
12.16.4	La technique	442
12.16.5	Les résultats	442
	Autoévaluation	443
	Corrigé	459
Chapitre 13 – La technique en gel		463
	Sommaire	463
	Objectifs pédagogiques	464
13.1	Le système ID-MTS	465
13.2	Le principe	465
13.3	Le matériel	466
13.4	Les réactifs	467
13.5	La technique	467
13.6	L'interprétation des résultats	468
13.7	Les causes d'erreurs et les problèmes d'interprétation	469
13.8	Les précautions à prendre lors de l'utilisation du système ID-MTS	470
	Autoévaluation	472
	Corrigé	474
Chapitre 14 – Les problèmes d'interprétation		475
	Sommaire	475
	Objectifs pédagogiques	476
14.1	Généralités	477
14.2	Les causes de réactions faussement positives ou faussement négatives	478
14.3	Le chimérisme	479
14.4	La polyagglutinabilité	480
14.5	La gelée de Wharton	480
14.6	Les rouleaux	481
14.7	Le phénomène de zone	482
14.8	L'effet de dose	482
	Autoévaluation	483
	Corrigé	485
Chapitre 15 – L'équipement		487
	Sommaire	487
	Objectifs pédagogiques	488

15.1	Généralités	489
15.2	Les réfrigérateurs	490
15.3	Les congélateurs	490
15.4	Les bains-marie	491
15.5	Les centrifugeuses	492
15.6	Les laveurs de globules rouges	493
15.7	Les microscopes inversés	493
15.8	L'équipement servant à l'entreposage des concentrés plaquettaires	494
15.9	Les appareils servant à réchauffer le sang à transfuser	494
15.10	Les laveurs de culots globulaires	495
	Autoévaluation	496
	Corrigé	499
	Médiagraphie	501
	Glossaire	507
	Index	521

Liste des tableaux

Tableau 1.1	Transmission liée au sexe d'un caractère dominant : transmission du gène Xg^g	14
Tableau 1.2	Exemple de la détermination de la fréquence des gènes allèles K et k	17
Tableau 1.3	Exemples d'utilisation fautive et correcte de la terminologie	19
Tableau 1.4	Comparaison des symboles utilisés dans le système conventionnel et le système ISBT, et position des gènes sur les chromosomes porteurs	20
Tableau 2.1	Les différents acteurs impliqués dans l'immunité	33
Tableau 2.2	Lymphocytes impliqués dans la réponse immunitaire	38
Tableau 2.3	Caractéristiques des diverses immunoglobulines	52
Tableau 2.4	Principales caractéristiques des anticorps des groupes sanguins	55
Tableau 2.5	Composants du complément de la voie classique d'activation	57
Tableau 2.6	Potentiateurs de la réaction d'agglutination	71
Tableau 3.1	Terminologie conventionnelle et terminologie ISBT pour les systèmes ABO et H	88
Tableau 3.2	Antigènes et anticorps du système ABO	88
Tableau 3.3	Épreuve globulaire ABO	89
Tableau 3.4	Épreuve sérique ABO	90
Tableau 3.5	Fréquence des phénotypes selon différentes populations	91
Tableau 3.6	Groupes ABO possibles à partir de différentes unions	92
Tableau 3.7	Enzymes et sucres responsables des spécificités A, B et H	93
Tableau 3.8	Substances ABH dans la salive et sécrétions des individus sécréteurs (<i>SeSe</i> et <i>Sese</i>)	98
Tableau 3.9	Épreuve globulaire avec l'anti-A, l'anti-A ₁ et l'anti-H	100
Tableau 3.10	Correspondance génotypique des phénotypes A et AB en tenant compte des sous-groupes de A	101
Tableau 3.11	Résultats obtenus avec divers réactifs pour distinguer les phénotypes A ₁ et A ₂	102
Tableau 3.12	Caractéristiques des phénotypes A faibles	103
Tableau 3.13	Caractéristiques des sous-groupes de B	104
Tableau 3.14	Phénotypes courants du système ABO	106
Tableau 3.15	Caractéristiques sérologiques des différents phénotypes ABO	106
Tableau 3.16	Propriétés des anticorps naturels et des anticorps immuns du système ABO	109
Tableau 3.17	Caractéristiques des anticorps des systèmes ABO et H	109
Tableau 3.18	Compatibilité ABO des culots globulaires	111
Tableau 3.19	Compatibilité ABO des plasmas	111
Tableau 4.1	Fréquence des gènes <i>Rb</i>	123
Tableau 4.2	Fréquence dans la population caucasienne, noire et asiatique des différents complexes géniques selon la nomenclature de Fisher-Race	123
Tableau 4.3	Terminologie de Wiener	125

Tableau 4.4	Liste des génotypes dans les différentes nomenclatures et fréquence dans la population caucasienne	126
Tableau 4.5	Antigènes du système Rhésus connus jusqu'à aujourd'hui selon les différentes nomenclatures et leur fréquence d'apparition chez les Caucasiens	127
Tableau 4.6	Les phénotypes, les génotypes possibles et le génotype probable	131
Tableau 4.7	Caractéristiques des anticorps du système Rh	137
Tableau 5.1	Nomenclature des antigènes du système Lewis	147
Tableau 5.2	Phénotypes Lewis et fréquences	150
Tableau 5.3	Phénotypes Lewis et sécrétion des substances ABH	150
Tableau 5.4	Substances présentes dans les sécrétions et dans le plasma, antigènes présents sur les globules rouges selon les gènes <i>Lewis</i> , <i>Hb</i> et <i>ABH</i> transmis	151
Tableau 5.5	Caractéristiques des anticorps du système Lewis	155
Tableau 5.6	Réactions sérologiques des anticorps du système Lewis	156
Tableau 5.7	Phénotypes Lewis érythrocytaires et fréquence dans la population caucasienne	156
Tableau 6.1	Nomenclature des antigènes du système Kell	166
Tableau 6.2	Fréquences des principaux antigènes et phénotypes Kell	167
Tableau 6.3	Caractéristiques des anticorps du système Kell	170
Tableau 6.4	Nomenclature des antigènes du système Duffy	171
Tableau 6.5	Phénotypes Duffy et fréquences	172
Tableau 6.6	Caractéristiques des anticorps du système Duffy	174
Tableau 6.7	Nomenclature du système Kidd	175
Tableau 6.8	Phénotypes Kidd et fréquences	176
Tableau 6.9	Caractéristiques des anticorps du système Kidd	177
Tableau 6.10	Fréquence des phénotypes MNSs	178
Tableau 6.11	Nomenclature du système MNSs	179
Tableau 6.12	Caractéristiques des anticorps du système MNSs	182
Tableau 6.13	Fréquence des phénotypes P et caractéristiques des différents phénotypes	183
Tableau 6.14	Nomenclature du système P	183
Tableau 6.15	Caractéristiques des anticorps du système P	185
Tableau 6.16	Caractéristiques des divers phénotypes Ii	187
Tableau 6.17	Réactions de certains anticorps froids	188
Tableau 6.18	Réactions des anti-I, anti-i, anti-H et anti-IH	189
Tableau 6.19	Caractéristiques des anticorps de la collection Ii	189
Tableau 6.20	Nomenclature du système Luthéran	190
Tableau 6.21	Fréquence dans la population caucasienne des antigènes et phénotypes Luthéran déterminée par les réactions avec les antisérums anti-Lu ^a et anti-Lu ^b	191
Tableau 6.22	Caractéristiques des anticorps du système Luthéran	193
Tableau 6.23	Caractéristiques des anticorps du système Diego	194

Tableau 6.24	Fréquence des antigènes et phénotypes Cartwright déterminée par les réactions avec les antisérums anti-Yt ^a et anti-Yt ^b	195
Tableau 6.25	Caractéristiques des anticorps du système Cartwright	196
Tableau 6.26	Transmission héréditaire du gène Xg	197
Tableau 6.27	Fréquence des antigènes et phénotypes Scianna déterminée par les réactions avec les antisérums anti-Sc1 et anti-Sc2	197
Tableau 6.28	Caractéristiques des anticorps du système Scianna	198
Tableau 6.29	Fréquence des phénotypes Dombrock dans différentes populations	199
Tableau 6.30	Caractéristiques des anticorps du système Dombrock	200
Tableau 6.31	Fréquence des antigènes et phénotypes Colton déterminée par les réactions avec les antisérums anti-Co ^a et anti-Co ^b	200
Tableau 6.32	Caractéristiques des anticorps du système Colton	201
Tableau 6.33	Terminologie du système Chido/Rodgers	202
Tableau 6.34	Terminologie du système Gerbich	203
Tableau 6.35	Caractéristiques des anticorps du système Gerbich	203
Tableau 6.36	Terminologie du système Cromer	204
Tableau 6.37	Caractéristiques des anticorps du système Cromer	205
Tableau 6.38	Terminologie du système Knops	205
Tableau 6.39	Terminologie du système Indian	206
Tableau 6.40	Caractéristiques des anticorps du système Indian	206
Tableau 6.41	Résumé des principales caractéristiques des anticorps de tous les systèmes de groupes sanguins	208
Tableau 6.42	Nomenclature du système HLA	212
Tableau 6.43	Maladies associées à un allèle HLA et le risque relatif de la maladie dans la population caucasienne	218
Tableau 6.44	Antigènes plaquettaires	219
Tableau 7.1	Anticorps responsables de la maladie hémolytique du nouveau-né	238
Tableau 7.2	Tests servant au diagnostic de la maladie hémolytique du nouveau-né	247
Tableau 7.3	Comparaison des types de MHNN selon la cause	255
Tableau 8.1	Classification et fréquence des anémies hémolytiques auto-immunes	272
Tableau 8.2	Caractéristiques des anticorps selon le type d'anémie hémolytique	274
Tableau 8.3	Réactions sérologiques d'un sérum contenant un autoanticorps chaud	276
Tableau 8.4	Réactions sérologiques d'autoanticorps chauds avec une sélection de globules rouges de phénotypes différents	276
Tableau 8.5	Exemple d'une adsorption utilisant des globules rouges de phénotype identique à ceux du patient	278
Tableau 8.6	Comparaison entre une agglutinine froide non significative et un autoanticorps froid cliniquement pathologique	280
Tableau 8.7	Réactivité des autoagglutinines froides à 4 °C	281

Tableau 8.8	Groupage ABO globulaire et sérique et discordance résolue entre l'épreuve globulaire et sérique	282
Tableau 8.9	Médicaments et caractéristiques des anticorps responsables d'anémie hémolytique d'origine médicamenteuse	288
Tableau 8.10	Résumé des caractéristiques des anticorps présents dans les différentes anémies hémolytiques auto-immunes	289
Tableau 9.1	Critères d'exclusion des donneurs de sang	305
Tableau 9.2	Vaccins et période d'attente avant de faire un don de sang	306
Tableau 9.3	Dérivés sanguins	310
Tableau 9.4	Autres produits disponibles	316
Tableau 9.5	Fractions sanguines préparées en fonction du nombre de sacs satellites	317
Tableau 9.6	Principales modifications du sang conservé en fonction de la solution anticoagulante utilisée	320
Tableau 9.7	Aphèreses thérapeutiques	329
Tableau 10.1	Choix du culot globulaire à transfuser en fonction du groupe du receveur	344
Tableau 10.2	Choix du plasma à transfuser en fonction du groupe du receveur	346
Tableau 10.3	Durée de conservation des documents et des échantillons, d'après les <i>Normes de la médecine transfusionnelle</i>	350
Tableau 10.4	Risques de transmission à la suite d'une transfusion	363
Tableau 10.5	Symptômes et prévention des réactions transfusionnelles	366
Tableau 10.6	Protocole pour le diagnostic des réactions transfusionnelles	369
Tableau 11.1	Notation des degrés d'intensité d'agglutination	385
Tableau 12.1	Résultats obtenus à l'épreuve globulaire et à l'épreuve sérique pour chaque groupe sanguin	396
Tableau 12.2	Résultats obtenus avec les sous-groupes A ₁ et A ₂	400
Tableau 12.3	Interprétation du Rh selon les résultats obtenus à la recherche des antigènes D et D faible	405
Tableau 12.4	Phénotypes et génotypes probables en fonction des antigènes présents	408
Tableau 12.5	Anticorps détectés à chacune des phases de la recherche d'anticorps irréguliers	423
Tableau 12.6	Règles de compatibilité	432
Tableau 14.1	Causes de réactions faussement positives ou faussement négatives	478
Tableau 14.2	Chimère acquise par suite d'une transfusion de sang non isogroupe	479
Tableau 14.3	Exemple de résultats obtenus au groupage ABO sur le sang du cordon non lavé et sur un prélèvement veineux ou capillaire	481
Tableau 14.4	Exemple de réactions au groupage ABO en présence de rouleaux	481
Tableau 15.1	Exemple d'un relevé d'entretien d'une centrifugeuse Sero-Fuge	489

Liste des figures

Figure 1.1	Représentation du gène et du chromosome	4
Figure 1.2	Représentation d'un caryotype humain	5
Figure 1.3	Structure de l'ADN	7
Figure 1.4	Symboles utilisés dans l'élaboration d'un arbre généalogique	10
Figure 1.5	Arbre généalogique montrant un caractère autosomal dominant	12
Figure 1.6	Arbre généalogique montrant un caractère autosomal récessif	13
Figure 1.7	Transmission liée au sexe d'un caractère récessif : hémophilie A	14
Figure 2.1	Présentation d'un antigène viral à un lymphocyte T cytotoxique par une cellule infectée	36
Figure 2.2	Présentation d'un antigène à un lymphocyte T auxiliaire par un macrophage	37
Figure 2.3	Immunité cellulaire et immunité humorale	40
Figure 2.4	Réponse primaire et réponse secondaire	42
Figure 2.5	Représentation schématique de la membrane érythrocytaire	46
Figure 2.6	Structure de base d'une molécule d'immunoglobuline	48
Figure 2.7	Action de la papaïne sur une molécule d'IgG	49
Figure 2.8	Représentation schématique de l'IgM pentamérique	50
Figure 2.9	Représentation schématique d'une molécule d'IgA	51
Figure 2.10	Production d'anticorps monoclonaux	53
Figure 2.11	Cascade du complément	60
Figure 2.12	Agglutination érythrocytaire	63
Figure 2.13	Force des réactions d'agglutination	64
Figure 2.14	Effets d'un excès d'anticorps ou d'antigène lors d'une réaction d'agglutination	65
Figure 2.15	Représentation schématique du concept de force de répulsion entre les globules rouges	69
Figure 2.16	Différence entre une IgG et une IgM en fonction du potentiel zêta	70
Figure 2.17	Test direct à l'antiglobuline humaine	73
Figure 2.18	Test indirect à l'antiglobuline humaine	74
Figure 3.1	Structure de la substance précurseur des globules rouges	94
Figure 3.2	Formation de l'antigène H	94
Figure 3.3	Formation de l'antigène A	95
Figure 3.4	Formation de l'antigène B	95
Figure 3.5	Interaction des gènes <i>Hb</i> et <i>ABO</i>	97
Figure 3.6	Quantité de substance H dans les différents groupes ABO	97
Figure 3.7	Phénotypes A_1 et A_2	101
Figure 4.1	Concept génétique de Fisher-Race	123

Figure 4.2	Théorie génétique de Wiener	125
Figure 4.3	Concept génétique	128
Figure 4.4	Exemple de transmission des gènes <i>Rb</i>	129
Figure 4.5	Concept génétique des phénotypes Rh_{nul} de types régulateur et amorphe	130
Figure 5.1	Action du gène <i>Le</i> pour former la spécificité Le^a	149
Figure 5.2	Action des gènes <i>Se</i> pour former la substance H	149
Figure 5.3	Action des gènes <i>Se</i> et <i>Le</i> pour former la spécificité Le^b	149
Figure 5.4	Formation des antigènes Lewis chez les sécréteurs et les non-sécréteurs	151
Figure 6.1	Complexe HLA sur le chromosome 6	213
Figure 7.1	Physiopathologie de la maladie hémolytique du fœtus et du nouveau-né	237
Figure 7.2	Métabolisme de la bilirubine chez le fœtus et le nouveau-né	241
Figure 7.3	Courbe d'absorption lumineuse d'un liquide amniotique	244
Figure 7.4	Diagramme servant à l'appréciation de l'atteinte fœtale et de la conduite thérapeutique à tenir selon les méthodes de Liley	245
Figure 8.1	Mécanisme de destruction des hématies dans les anémies hémolytiques auto-immunes	273
Figure 8.2	Mécanisme de sensibilisation des hématies par suite de l'adsorption non spécifique d'un médicament	285
Figure 8.3	Mécanisme de sensibilisation des hématies avec modification de leur membrane	286
Figure 8.4	Mécanisme de sensibilisation des hématies par adsorption du complexe médicament-antimédicament	287
Figure 9.1	Organigramme du système du sang	301
Figure 9.2	Sacs utilisés pour le don de sang	318
Figure 10.1	Hémolyse intravasculaire	356
Figure 10.2	Diagnostic des réactions transfusionnelles	368
Figure 12.1	Test direct à l'antiglobuline	409
Figure 12.2	Test indirect à l'antiglobuline	410
Figure 12.3	Préparation du sérum antiglobuline humaine polyspécifique et monospécifique	412
Figure 13.1	Microtube du système ID-MTS	466
Figure 13.2	Réactions positives et négative obtenues avec la technique ID-MTS	469