

**SCHAUM'S**

**CAMPUS  
LMD**

# GÉNÉTIQUE

**4<sup>e</sup> édition**

**SUSAN ELROD • WILLIAM STANSFIELD**

Un cours concis et efficace

Des exemples pour comprendre

450 exercices résolus pas à pas

Actualisé au regard des dernières  
avancées en génétique

**EdiScience**

Dans cet ouvrage :  Génétique classique  Génétique moléculaire  Génétique humaine  
 Génétique de l'hérédité  Génétique des populations  Programme de médecine

# Table des matières

<b>Chapitre 1</b>	<b>Bases physiques de l'hérédité</b>	<b>1</b>
1.1	La génétique	1
1.2	Les cellules	2
1.3	Les chromosomes	5
1.3.1	<i>Nombre de chromosomes</i>	5
1.3.2	<i>Morphologie du chromosome</i>	5
1.3.3	<i>Autosomes et chromosomes sexuels</i>	6
1.4	La division cellulaire et la reproduction	6
1.4.1	<i>La mitose</i>	6
1.4.2	<i>Reproduction sexuée et méiose</i>	10
1.5	Les lois de Mendel	15
1.6	La gamétogenèse	15
1.6.1	<i>Gamétogenèse animale (chez les Mammifères)</i>	15
1.6.2	<i>Gamétogenèse chez les plantes (chez les Angiospermes)</i>	17
1.7	Les cycles de vie	21
	Exercices d'entraînement	22
	Questions de révision	24
	Solutions	25
	Réponses	26
<b>Chapitre 2</b>	<b>Modèles de transmission de gènes</b>	<b>27</b>
2.1	Terminologie	27
2.1.1	<i>Phénotype</i>	27
2.1.2	<i>Génotype</i>	27
2.2	Allèles dominants et récessifs	29
2.2.1	<i>Porteurs</i>	29
2.2.2	<i>Allèles de type sauvage et de type mutant</i>	29
2.2.3	<i>Symboles génétiques</i>	30

2.3	Le monohybridisme	31
2.3.1	<i>Croisements impliquant un seul gène (monofactoriel)</i>	31
2.3.2	<i>Le test-cross</i>	33
2.3.3	<i>Le back-cross (ou rétrocroisement)</i>	35
2.4	Autres rapports alléliques	35
2.4.1	<i>Allèles codominants</i>	35
2.4.2	<i>Dominance incomplète</i>	37
2.4.3	<i>Allèle létal</i>	37
2.4.4	<i>Pénétrance et expressivité</i>	39
2.4.5	<i>Allèles multiples</i>	40
2.5	Théorie des probabilités	42
2.6	Distributions statistiques	44
2.6.1	<i>Distribution binomiale</i>	44
2.6.2	<i>Les termes du développement</i>	45
2.7	Distribution multinomiale	47
2.8	Le dihybridisme	48
2.8.1	<i>Croisement impliquant deux gènes ou plus</i>	48
2.8.2	<i>Test-cross portant sur deux caractères</i>	53
2.8.3	<i>Rapports dihybrides modifiés</i>	54
2.8.4	<i>Combinaisons supérieures</i>	56
2.9	Test des répartitions génotypiques	57
2.9.1	<i>Théorie des échantillons</i>	57
2.9.2	<i>Taille de l'échantillon</i>	57
2.9.3	<i>Degrés de liberté</i>	57
2.9.4	<i>Test du <math>\chi^2</math></i>	58
2.10	Analyse de pedigree	62
	Exercices d'entraînement	64
	Questions de révision	72
	Solutions	75
	Réponses	78

### Chapitre 3

	<b>Bases biochimiques de l'hérédité</b>	<b>79</b>
3.1	Les acides nucléiques	79
3.1.1	<i>Acide désoxyribonucléique (ADN)</i>	79
3.1.2	<i>Acide ribonucléique (ARN)</i>	80
3.2	Structure d'une protéine	83
3.2.1	<i>Structure générale</i>	83
3.2.2	<i>La liaison peptidique</i>	84
3.2.3	<i>Chaînes latérales</i>	84
3.2.4	<i>Niveaux structuraux</i>	85

31	3.2.5	Facteurs régissant les différents niveaux structuraux	86
31	3.2.6	Formation de structure quaternaire	87
33	3.3	La transmission de l'information génétique	87
35	3.3.1	Le code génétique	88
35	3.4	Synthèse de protéine	91
35	3.4.1	Transcription	91
37	3.4.2	Traduction	91
37	3.5	Réplication de l'ADN	94
39	3.6	Mutations	98
40	3.7	Réparation de l'ADN	103
42	3.8	Définition du gène	104
44		Exercices d'entraînement	107
44		Questions de révision	111
45		Solutions	112
47		Réponses	115
48			
48	<b>Chapitre 4</b>	<b>Interactions génétiques</b>	<b>116</b>
53	4.1	Interactions entre deux facteurs	116
54	4.2	Interactions épistatiques	118
56	4.2.1	Épistasie dominante (12 : 3 : 1)	118
57	4.2.2	Épistasie récessive (9 : 3 : 4)	119
57	4.2.3	Gènes dupliqués avec effet cumulatif (9 : 6 : 1)	119
57	4.2.4	Gènes dominants dupliqués (15 : 1)	121
57	4.2.5	Gènes récessifs dupliqués (9 : 7)	122
58	4.2.6	Interaction entre dominant et récessif (13 : 3)	123
62	4.3	Analyse de pedigree	123
64	4.4	Interactions non épistatique	125
72	4.5	Interactions de trois facteurs ou plus	126
75	4.6	Pléiotropisme	129
78		Exercices d'entraînement	130
		Questions de révision	135
79		Solutions	136
79		Réponses	138
79			
80	<b>Chapitre 5</b>	<b>Génétique liée au sexe</b>	<b>139</b>
83	5.1	Importance du sexe	139
83	5.2	Mécanismes du déterminisme sexuel	140
84	5.2.1	Mécanismes liés aux chromosomes sexuels	140
84	5.2.2	Équilibre génique	142
85			

5.2.3	<i>Haplo-diploïdie</i>	144
5.2.4	<i>Effets simple gène</i>	144
5.3	Hérédité liée au sexe	145
5.4	Variations des liaisons au sexe	149
5.5	Caractères influencés par le sexe	151
5.6	Caractères limités à un sexe	152
5.7	Réversion sexuelle	154
5.8	Phénomènes sexuels chez les plantes	155
	Exercices d'entraînement	157
	Questions de révision	164
	Solutions	166
	Réponses	169

## Chapitre 6

	<b>Liaison et carte chromosomique</b>	<b>170</b>
6.1	Recombinaison entre des gènes liés	170
6.1.1	<i>Liaison</i>	170
6.1.2	<i>Crossing-over</i>	171
6.1.3	<i>Fréquence des chiasmas</i>	173
6.1.4	<i>Crossing-over multiples</i>	174
6.1.5	<i>Limites de la recombinaison</i>	175
6.2	Cartographie génétique	175
6.2.1	<i>Distance cartographique</i>	175
6.2.2	<i>Test-cross en dihybridisme (test-cross à 2 marqueurs)</i>	176
6.2.3	<i>Test-cross en trihybridisme (test-cross à 3 marqueurs)</i>	176
6.2.4	<i>Ordre des gènes</i>	177
6.2.5	<i>Pourcentages de recombinaison en fonction des distances cartographiques</i>	180
6.2.6	<i>Carte génétique et carte physique</i>	180
6.2.7	<i>Combinaison de segments de carte génétique</i>	181
6.2.8	<i>Interférence et coïncidence</i>	183
6.3	Estimation de liaisons à partir de données de la F <sub>2</sub>	184
6.3.1	<i>Caractères liés au sexe</i>	184
6.3.2	<i>Caractères autosomiques</i>	186
6.4	Utilisation des cartes génétiques	188
6.4.1	<i>Résultats prévisibles d'un croisement en dihybridisme</i>	188
6.4.2	<i>Résultats prévisibles d'un test-cross en trihybridisme</i>	190
6.5	Suppression des crossing-over	196
6.5.1	<i>Absence de crossing-over chez la drosophile mâle</i>	196
6.5.2	<i>Systèmes létaux équilibrés</i>	197

144	6.6	Analyse des tétrades chez les champignons	199
144	6.6.1	<i>Ségrégation en première division</i>	201
145	6.6.2	<i>Ségrégation en seconde division</i>	202
149	6.7	Carte factorielle par analyse de tétrades	202
151	6.7.1	<i>Tétrades ordonnées</i>	202
152	6.7.2	<i>Tétrades non-ordonnées</i>	202
154		Exercices d'entraînement	207
155		Questions de révision	214
157		Solutions	215
164		Réponses	217
166	<b>Chapitre 7</b>	<b>Cytogénétique</b>	<b>218</b>
169	7.1	Union de la cytologie et de la génétique	218
170	7.2	Structure des chromosomes	218
170	7.3	Variation du nombre de chromosome	220
171	7.3.1	<i>Euploïdie</i>	221
173	7.3.2	<i>Aneuploïdie</i>	222
174	7.4	Variation de la taille des chromosomes	227
175	7.5	Variations dans l'arrangement de la disposition de segments chromosomiques 228	
175	7.5.1	<i>Translocations</i>	228
175	7.5.2	<i>Inversions</i>	233
176	7.6	Variations dans le nombre de segments d'un chromosome	235
176	7.6.1	<i>Délétions</i>	235
177	7.6.2	<i>Duplications</i>	237
180	7.7	Variation dans la morphologie des chromosomes	238
180	7.7.1	<i>Isochromosomes</i>	238
181	7.7.2	<i>Cycles pont-rupture-liaison-pont</i>	238
183	7.7.3	<i>Chromosome en anneau</i>	238
184	7.7.4	<i>Translocation robertsonienne (fusion centrique)</i>	240
184	7.8	Cytogénétique humaine	242
186		Exercices d'entraînement	245
188		Questions de révision	250
188		Solutions	252
190		Réponses	255
196	<b>Chapitre 8</b>	<b>Génétique quantitative</b>	<b>256</b>
196	8.1	Caractères qualitatifs et quantitatifs	256
197	8.2	Caractères polygéniques	257

8.3	La distribution normale	260
8.3.1	<i>Mesure de la moyenne</i>	260
8.3.2	<i>Mesure de la variabilité</i>	261
8.4	Différentes interactions entre les allèles d'un gène	266
8.5	Héritabilité	267
8.5.1	<i>Composantes de la variance</i>	269
8.5.2	<i>Ressemblance génétique familiale</i>	270
8.6	Les méthodes de sélection	279
8.6.1	<i>Sélection de masse</i>	279
8.6.2	<i>Sélection familiale</i>	281
8.6.3	<i>Sélection par pedigree</i>	281
8.6.4	<i>Test de la descendance</i>	281
8.7	Les méthodes de croisement	283
8.7.1	<i>Croisement aléatoire (Panmixie)</i>	283
8.7.2	<i>Croisement par assortiment positif</i>	283
8.7.3	<i>Croisement par désassortiment ou assortiment négatif</i>	287
	Exercices d'entraînement	289
	Questions de révision	294
	Solutions	295
	Réponses	296

## Chapitre 9 **Génétique des populations et Évolution** **297**

9.1	L'équilibre de Hardy-Weinberg	298
9.2	Calcul des fréquences génotypiques	302
9.2.1	<i>Locus autosomiques bialléliques</i>	302
9.2.2	<i>Locus autosomiques plurialléliques</i>	304
9.2.3	<i>Locus liés au sexe</i>	306
9.3	Test d'équilibre d'un locus	308
9.4	Sélection naturelle et évolution	310
9.4.1	<i>Évolution moléculaire</i>	311
9.4.2	<i>Macro-évolution</i>	312
	Exercices d'entraînement	312
	Questions de révision	315
	Solutions	317
	Réponses	318

## Chapitre 10 **Génétique des Bactéries** **319**

10.1	Caractéristiques des bactéries	319
10.2	Techniques de cultures	320

10.3	Phénotypes et génotypes bactériens	321
10.4	Isolement de mutants bactériens	322
10.5	Réplication de l'ADN bactérien et division cellulaire	326
10.6	Transcription bactérienne	330
10.7	Traduction bactérienne	332
10.8	Recombinaison génétique	333
10.8.1	<i>Transformation</i>	333
10.8.2	<i>Conjugaison</i>	334
10.8.3	<i>Transduction</i>	337
10.9	Régulation de l'activité des gènes bactériens	337
10.9.1	<i>Contrôle négatif inductible</i>	338
10.9.2	<i>Contrôle répressible négatif</i>	341
10.9.3	<i>Contrôle positif inductible</i>	344
10.9.4	<i>Régulation globale ou contrôles multiples</i>	344
10.9.5	<i>Contrôle post-traduction</i>	344
10.10	Cartographie du chromosome bactérien	345
10.10.1	<i>Conjugaison interrompue</i>	345
10.10.2	<i>Conjugaison ininterrompue</i>	346
10.10.3	<i>Cartographie par recombinaison</i>	346
10.10.4	<i>Établissement de l'ordre des gènes</i>	349
10.10.5	<i>Cartographie par complémentation</i>	350
10.10.6	<i>Cartographie à partir de mutants portant une délétion</i>	352
	Exercices d'entraînement	353
	Questions de révision	358
	Solutions	359
	Réponses	362
<b>Chapitre 11</b>	<b>Virus, éléments transposables et cancer</b>	<b>363</b>
11.1	Virus	363
11.2	Bactériophages	364
11.2.1	<i>Cycle de vie des bactériophages</i>	366
11.2.2	<i>Transduction</i>	370
11.2.3	<i>Cartographie détaillée des gènes phagiques</i>	372
11.3	Les virus eucaryotes	377
11.3.1	<i>Virus animaux</i>	377
11.3.2	<i>Virus végétaux</i>	381
11.4	Les éléments transposables	383
11.4.1	<i>Éléments bactériens</i>	383
11.4.2	<i>Éléments eucaryotes</i>	385



11.5	Cancer	386
11.5.1	<i>Étude du cancer in vitro</i>	388
11.5.2	<i>Étude du cancer in vivo</i>	389
11.5.3	<i>Virus oncogènes</i>	390
	Exercices d'entraînement	392
	Questions de révision	395
	Solutions	396
	Réponses	399
<b>Chapitre 12</b>	<b>Génétique moléculaire et biotechnologies</b>	<b>400</b>
12.1	Histoire	400
12.1.1	<i>Instrumentation et techniques</i>	401
12.1.2	<i>Marquages radioactifs et fluorescence</i>	402
12.1.3	<i>Enzymologie des acides nucléiques</i>	406
12.2	Technologie de recombinaison de l'ADN	410
12.2.1	<i>Coupage et ligature des molécules d'ADN</i>	412
12.2.2	<i>Réaction de polymérisation en chaîne (PCR)</i>	414
12.2.3	<i>Clonage de gènes</i>	416
12.2.4	<i>Vecteurs de clonage</i>	420
12.2.5	<i>Identifier le clone d'intérêt</i>	424
12.2.6	<i>Mutagenèse dirigée et technologie des protéine</i>	426
12.2.7	<i>Polymorphismes</i>	427
12.3	Séquençage d'ADN	429
12.3.1	<i>Quatre marquages fluorescents</i>	429
12.3.2	<i>Un marquage radioactif</i>	431
12.4	Production de produits de gènes recombinants dans l'industrie	432
12.5	Bio-informatique	433
12.6	Le Projet Génome Humain	434
12.7	ADN Microarrays et Génomique fonctionnelle	435
	Exercices d'entraînement	437
	Questions de révision	439
	Solutions	441
	Réponses	443
<b>Chapitre 13</b>	<b>Biologie moléculaire des Eucaryotes</b>	<b>444</b>
13.1	Taille et complexité du génome	445
13.2	Organisation du génome nucléaire	447

386	13.3	Expression des gènes	447
388	13.2.1	<i>Transcription</i>	447
389	13.3.2	<i>Traduction</i>	449
390	13.3.3	<i>Modifications post-traductionnelles</i>	449
392	13.4	Régulation de l'expression des gènes	450
395	13.4.1	<i>Régulation de la transcription</i>	450
396	13.4.2	<i>Régulation du traitement de l'ARNm</i>	452
399	13.4.3	<i>Régulation de la traduction, de la stabilité des protéines et de leur activité</i>	453
	13.4.4	<i>Gènes multicopies</i>	454
<b>400</b>	13.5	Développement	456
400	13.5.1	<i>Détermination et différenciation</i>	456
401	13.5.2	<i>Apoptose</i>	461
402	13.6	Transfert et clonage nucléaires somatiques	461
406	13.7	Organites	462
410	13.7.1	<i>La mitochondrie</i>	462
412	13.7.2	<i>Le chloroplaste</i>	463
414	13.7.3	<i>L'origine des organites</i>	463
416	13.7.4	<i>Transmissions des organites</i>	464
420		Exercices d'entraînement	470
424		Questions de révision	474
426		Solutions	475
427		Réponses	479
429		<b>Index</b>	481
429			
431			
industrie 432			
433			
434			
435			
437			
439			
441			
443			
<b>444</b>			
445			
447			

**Pour apprendre sans (trop d') effort**

# GÉNÉTIQUE

**4<sup>e</sup> édition**

Vous trouverez dans cette édition entièrement actualisée les principales notions de génétique sans jargon excessif. Elle contient, en plus d'une étude complète des modèles classiques de transmission de gènes et de génétique des populations, de nouveaux chapitres traitant de la structure et de la régulation des gènes, de l'hérédité mitochondriale et de la génétique du développement. L'ouvrage aborde aussi les découvertes récentes comme le clonage, les biotechnologies et le séquençage du génome humain.

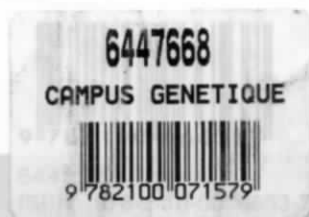
Le cours, qui s'accompagne de très nombreux schémas, est complété par 450 exercices d'entraînement et illustré par des exemples d'application dans tous les domaines où la génétique est utile. Vous pouvez ainsi réviser et vous perfectionner à votre rythme.

## SOMMAIRE

- Bases physiques de l'hérédité
- Modèles de transmission de gènes
- Bases biochimiques de l'hérédité
- Interactions génétiques
- Génétique liée au sexe
- Liaison et carte chromosomiques
- Cytogénétique
- Génétique quantitative
- Génétique des populations et évolution
- Génétique des Bactéries
- Virus, éléments transposables et cancers
- Génétique moléculaire et biotechnologies
- Biologie moléculaire des Eucaryotes

## PUBLIC

- Étudiants en L1 Santé
- Étudiants en Licence de Sciences de la Vie (1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> années)



[www.ediscience.net](http://www.ediscience.net)

**SCHAUM'S**

*Susan ELROD* est professeur de biologie à la Polytechnic State University (Californie, États-Unis).

*William STANSFIELD* est professeur émérite de biologie à la Polytechnic State University (Californie, États-Unis).

Traduit par Anne-Marie Cieutat,  
Stéphane Guellec  
et Golbahar Pahlavan

