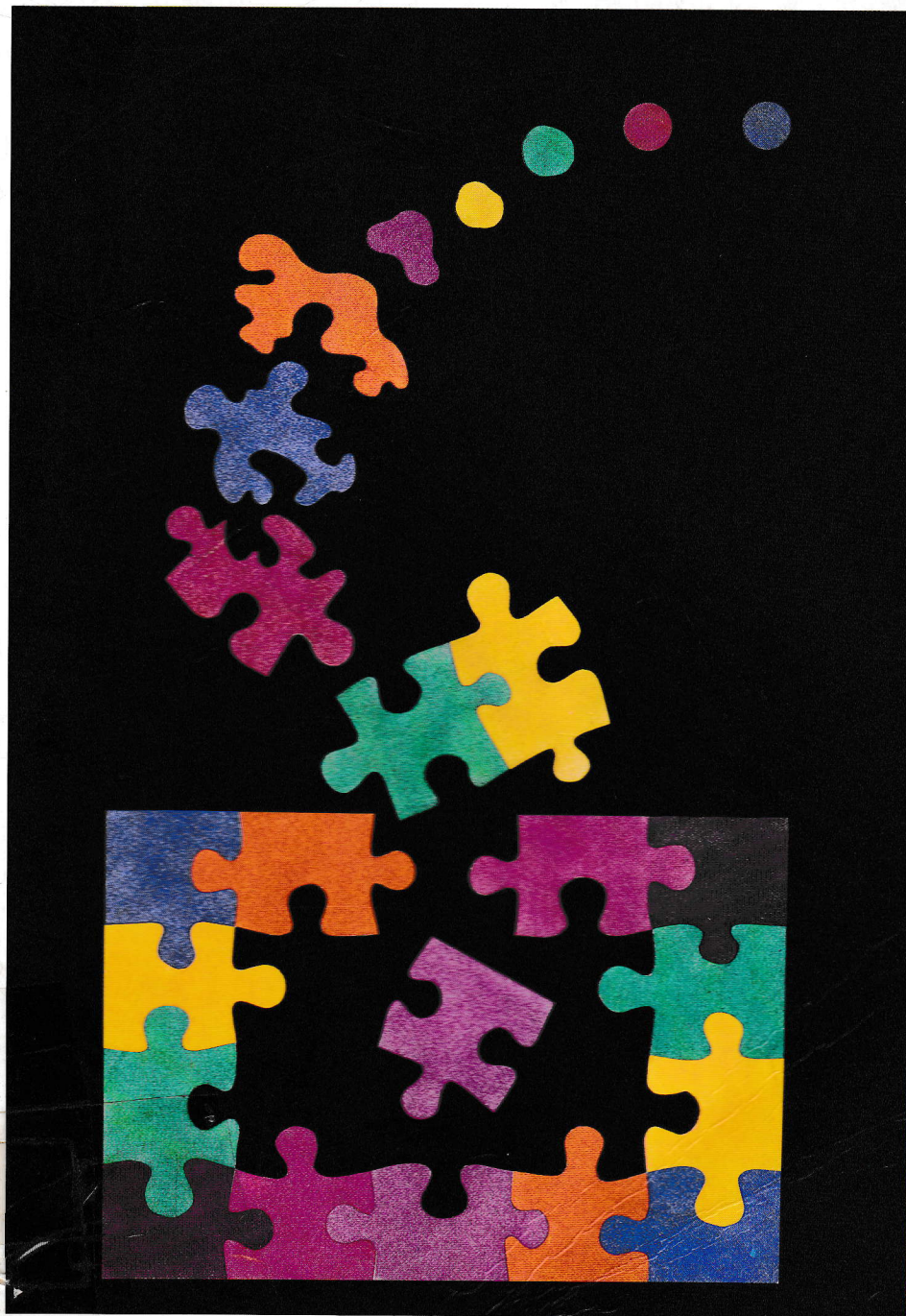


génétique 3

frédéric lints



office international de librairie
bruxelles

tec & doc – lavoisier
paris

LE LIVRE

Un livre pour médecins, agronomes, vétérinaires, biologistes, botanistes, zoologistes. Un livre pour l'honnête homme du XX^e siècle.

On a pu écrire que les généticiens, après les physiciens, travailleraient derrière des barbelés. C'est dire la crainte qu'inspirent les travaux des généticiens, que certains n'hésitent pas à qualifier d'apprentis-sorciers.

La crainte, bien souvent, naît de l'ignorance. Ce manuel vous mène du gène de Mendel au gène-mosaïque d'aujourd'hui, de la structure rigide des chromosomes de Morgan à l'ADN frivole des techniciens des biotechnologies. Il vous montre, étape par étape, comment, en moins d'un siècle, on est passé des petits pois mendéliens aux bactéries produisant des protéines humaines. Il vous explique comment ont été rendus possibles les prodigieux progrès des sélectionneurs. Il vous fait entrevoir ce que seront les étonnants – les périlleux ? – demains de la génétique au service de l'homme.

Il ne cèle ni nos ignorances, ni nos savoirs incomplets. Comment l'information génétique contrôle-t-elle, durant la morphogénèse, le passage harmonieux du zygote indifférencié à l'organisme structuré ? Dans le domaine de l'évolution, la génétique peut-elle expliquer comment, en trois milliards d'années, on a franchi ce pas énorme qui sépare l'*Eobacterium* de l'*Homo sapiens* ?

L'AUTEUR

Frédéric Lints, né à Louvain en 1932, est ingénieur agronome et docteur en sciences agronomiques. Il a travaillé plusieurs années aux laboratoires des Professeurs M.J. Heuts à Leuven, C. Waddington à Edimbourg et E. Zeuthen à Copenhague. Il est professeur, responsable de l'unité de génétique et ancien doyen de la Faculté des Sciences agronomiques de l'Université de Louvain. Il a été ou est professeur invité aux universités de Lille, de Londres, de Dallas, du Pays de Galles, du Burundi, de Rabat et de Paris. Il a été directeur de recherches au C.N.R.S. au laboratoire de J. Médioni à l'Université de Toulouse. Il est président de la Fédération royale d'associations belges d'ingénieurs civils et d'ingénieurs agronomes.

L'Académie Royale des Sciences de Belgique lui a décerné, en 1980, le prix Leo Errera pour son livre *Genetics and Ageing* et, en 1982, le prix Joseph Schepkens pour la première édition de *Génétique*.

ISBN : 2-87343-003-6 – OIL

ISBN : 2-85206-732-3 – Tec & Doc



9 782873 430030

Table des matières

Table des matières	V
Préface	XIII
Remerciements	XV
 Première partie : Génétique phénoménologique	 1
 Chapitre 1 : En guise d'introduction	 3
1. La génétique. Définition. Objet. Sujet	3
2. La théorie de l'hérédité directe	4
2.1. Hippocrate et Aristote	4
2.2. La pangénèse darwinienne. Les expérimentateurs des XVIII ^e et XIX ^e siècles	5
3. La théorie mendélienne : l'hérédité indirecte	10
3.1. Les deux premières lois de Mendel	12
3.2. Le génotype et le phénotype	15
3.3. La redécouverte de l'œuvre de Mendel	16
3.4. <i>The single work of a single investigator</i>	18
 Chapitre 2 : Éléments de cytologie	 21
1. La cellule	21
1.1. Les structures cytoplasmiques	22
1.2. Le noyau	23
2. Les modes de division cellulaire des eucaryotes	25
2.1. La mitose	25
2.2. La méiose	30
2.3. Ovogénèse et spermatogénèse	40
	V

Chapitre 3 : Le mendélisme	43
1. Monohybridisme	43
1.1. Monohybridisme chez <i>Drosophila</i>	44
1.1.1. Le cycle vital d'un diplonte animal	44
1.1.2. Le gène <i>vestigial</i> . Les symboles génétiques	44
1.2. Interprétation méiotique des deux premières lois de Mendel	48
1.3. Monohybridisme. Exceptions apparentes	48
1.3.1. Hérité sans dominance	49
1.3.2. Létalité. Pléiotropie	50
1.3.3. Gènes semi-létaux. Le gène rhésus chez <i>Homo</i>	51
2. Hérité du sexe et hérité liée au sexe	52
2.1. Les chromosomes du sexe : les hétérosomes	53
2.2. Hérité liée au sexe	55
2.3. Hérité contrôlée par le sexe	58
3. Plurihybridisme. La troisième loi de Mendel	59
3.1. Dihybridisme chez <i>Pisum</i>	59
3.1.1. Le cycle vital d'un diplonte végétal	59
3.1.2. Expérience de Mendel. Dihybridisme chez <i>Pisum sativum</i>	61
3.2. Interprétation méiotique de la troisième loi de Mendel	63
3.3. Exceptions apparentes et réelles au comportement mendélien	65
3.3.1. Interaction génique réciproque	65
3.3.2. Epistasie	67
3.3.3. Dérive méiotique	70
3.3.4. Formation non-aléatoire du zygote	72
Chapitre 4 : La recombinaison intrachromosomique	73
1. Liaison factorielle et recombinaison	74
1.1. Analyse des chromatides	75
1.1.1. Liaison factorielle absolue	75
1.1.2. Liaison factorielle partielle	76
1.2. Analyse des tétrades	78
1.2.1. Le cycle de vie d'un haplonte	78
1.2.2. Transmission du facteur de signe	80
1.2.3. Ségrégation indépendante et liaison factorielle	83
2. Interprétation cytologique de la recombinaison	86
2.1. La théorie de la chiasmotypie partielle	86
2.1.1. L'expérience de Stern	88
2.1.2. Les tétratypés. Les chromosomes X attachés	89
2.1.3. Le mécanisme du crossing-over	90
3. La recombinaison mitotique	93
3.1. Les mosaïques génétiques	93

3.2. Le crossing-over et la recombinaison mitotique	95
3.2.1. Recombinaison mitotique chez <i>Drosophila</i>	95
3.2.2. Recombinaison mitotique chez <i>Aspergillus</i>	97
3.3. Les hybrides somatiques	100
Chapitre 5 : Les cartes et les unités génétiques	109
1. Les cartes génétiques	110
1.1. L'analyse des chromatides	110
1.1.1. Calcul des valeurs de crossing-over	110
1.1.2. Additivité des valeurs de crossing-over	111
1.1.3. Théorème complet de l'additivité	113
1.1.4. Relativité des valeurs de crossing-over	117
1.1.5. Les cartes cytologiques	120
1.2. L'analyse des tétrades	123
1.2.1. Expression de la distance entre un gène et le centromère	123
1.2.2. Recombinaison entre loci	124
2. Les unités génétiques	128
2.1. Les allèles multiples	129
2.2. Le test cis-trans	130
Chapitre 6 : L'hérédité extranucléaire	133
1. Systèmes génétiques	134
1.1. Mitochondries	134
1.2. Chloroplastes	139
1.3. Plasmides et épisomes	146
1.4. Symbiotes cellulaires	147
1.4.1. Les symbiotes de <i>Drosophila</i>	147
1.4.2. Les symbiotes de <i>Paramecium</i>	150
2. Contrôles cytoplasmiques	154
2.1. La prédétermination	155
2.2. La transmission maternelle	156
2.3. Les effets maternels	157
2.4. Les états cytoplasmiques	160
Chapitre 7 : La mutation	165
1. Modification du nombre et de la structure des chromosomes	166
1.1. Modification du nombre des chromosomes	167
1.1.1. Origine et caractère des mutants euploïdes	168
1.1.2. Origine et caractère des mutants aneuploïdes	172

1.2. Modification de la structure des chromosomes	174
1.2.1. La délétion	175
1.2.2. La duplication	178
1.2.3. L'inversion	181
1.2.4. La translocation	182
2. La mutation génique	185
2.1. Classification	186
2.2. Induction des mutations	188
2.2.1. Les mutations spontanées. Taux de mutation	189
2.2.2. Les mutations induites	192
2.3. Recherche des mutations	196
2.3.1. Les organismes chromonémiaux	196
2.3.2. Les organismes chromosomiaux	197

Bibliographie	201
---------------------	-----

Deuxième partie : Génétique moléculaire 211

Chapitre 8 : Le matériel génétique	215
1. La nature du matériel génétique : les acides nucléiques	215
1.1. Expérience de transformation bactérienne chez <i>Streptococcus pneu-</i> <i>moniae</i>	216
1.2. ADN : contenance nucléaire dans les organismes supérieurs	218
1.3. Multiplication chez les bactériophages	219
1.4. L'ARN : matériel génétique	221
2. Structure du matériel génétique	222
2.1. Structure de l'ADN	222
2.2. Structure de l'ARN	227
2.3. Implications biologiques de la structure de l'ADN	228
3. Réplication de l'ADN	229
3.1. Synthèse de l'ADN <i>in vitro</i>	230
3.2. Réplication semi-conservative	232
3.2.1. Réplication semi-conservative des chromosomes	232
3.2.2. Réplication semi-conservative de l'ADN	236
3.3. Polarité inversée des chaînes polynucléotidiques	239
3.4. Réplication de l'ADN <i>in vivo</i>	241
3.4.1. Les faits	242
3.4.2. Le mécanisme de la réplication	246
3.4.3. Le réplicon	250

Chapitre 9 : La structure fine du gène	257
1. La génétique des bactéries	258
1.1. La conjugaison bactérienne	258
1.1.1. L'expérience de Lederberg et Tatum	258
1.1.2. Le facteur F	260
1.1.3. Recombinaison à haute fréquence : les souches Hfr	262
1.1.4. La nature du chromonème bactérien	267
1.2. La transduction bactérienne	269
1.2.1. La transduction généralisée	270
1.2.2. La transduction localisée	271
1.2.3. Sexduction, épisomes et plasmides bactériens	276
1.2.4. Le génie génétique	281
1.3. La transformation bactérienne	288
2. La génétique des phages	290
2.1. Mutations et phénotypes des bactériophages	290
2.2. La recombinaison génétique chez les phages	291
2.3. Structure et réplication du chromonème phagique	296
2.4. La complémentation chez les bactériophages	301
3. Une nouvelle notion du gène	303
3.1. Cistron, muton, recon	304
3.2. La recombinaison génétique	305
3.2.1. La conversion génique	306
3.2.2. Mécanisme de la recombinaison génétique	311
 Chapitre 10 : Les fonctions du gène	 321
1. Action de la mutation	321
1.1. Mutation et perte de fonction enzymatique	322
1.2. Mutation et altération de la structure des protéines	327
1.3. Interprétation moléculaire de la mutation	331
1.3.1. Mutation par transition et transversion	333
1.3.1.1. Mutagénèse par action des analogues des bases	334
1.3.1.2. Mutagénèse par modification des bases <i>in situ</i>	336
1.3.2. Mutation par insertion ou délétion nucléotidique	337
1.4. Réparation de l'ADN	339
2. Le code génétique et la synthèse des protéines	341
2.1. Types de codes et de codons	342
2.1.1. Nature non-chevauchante du code	342
2.1.2. Le codon	343
2.2. Rappel : la synthèse des protéines	347