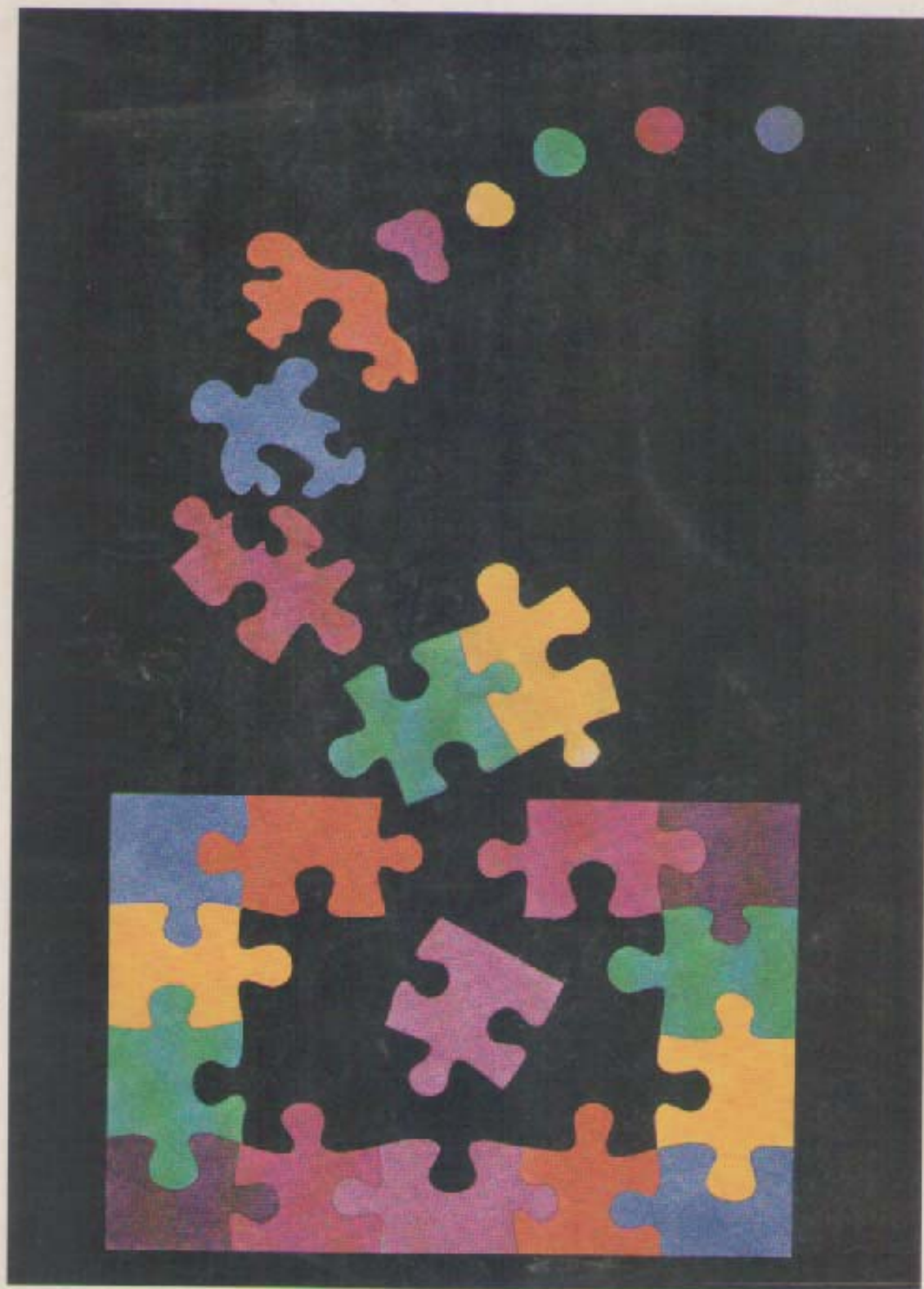


généétique 3

frédéric lints



office international de librairie
bruxelles

tec & doc – lavoisier
paris

2-575-1-1

2-575-1-1

FRÉDÉRIC LINTS



génétique 3

Troisième édition
1991

Office International de Librairie
30, avenue Marnix
1050 Bruxelles

Technique et Documentation
11, rue Lavoisier
75008 Paris

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

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 pneumoniae</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. Mutagenèse par action des analogues des bases	334
1.3.1.2. Mutagenèse 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

2.3. Le code génétique	352
2.3.1. Déchiffrement des codons des acides aminés	353
2.3.2. Déchiffrement des codons et signaux spéciaux	357
2.3.2.1. Dans la traduction	358
2.3.2.2. Dans la transcription	366
2.3.3. La colinéarité gène-protéine	371
2.3.4. L'universalité du code	373
Bibliographie	377
 Troisième partie : Génétique du développement	389
 Chapitre 11 : Le contrôle de l'expression génique	393
1. Contrôle de l'expression génique chez les procaryotes	393
1.1. Protéines inductibles. L'opéron lactose	394
1.2. Protéines répressibles. L'opéron tryptophane	399
2. Contrôle de l'expression génique chez les eucaryotes	405
2.1. Structure du chromosome	406
2.1.1. ADN unique et ADN répétitifs	406
2.1.2. La chromatine	415
2.1.3. Le chromosome	418
2.2. La régulation à court terme	422
2.2.1. Maturation et édition des ARNm	423
2.2.2. Contrôle hormonal	428
2.2.3. Le rôle des constituants de la chromatine	431
2.2.4. Pénétrance et expressivité	433
 Chapitre 12 : Le contrôle du développement et de la différenciation	437
1. Le rôle du cytoplasme durant le développement	438
2. L'action génique durant le développement et la différenciation	446
3. Contrôle de l'action génique durant le développement et la différenciation	451
3.1. Suppression irréversible des activités géniques	452
3.2. Suppression réversible des activités géniques	461

3.3. Les mécanismes du contrôle génique au cours du développement ..	465
3.3.1. Les cartes de destinée	465
3.3.2. Compartiments et développement	469
3.3.3. L'information de position et les gènes à effet maternel	472
3.3.4. Les gènes de segmentation et les gènes homéotiques	479
 Chapitre 13 : Les mécanismes de la différenciation sexuelle	487
1. Déterminisme sexuel dû à l'environnement	488
2. Déterminisme sexuel dû à l'équilibre entre autosomes et hétérosomes ..	491
3. Déterminisme sexuel dû à l'action des hétérosomes	495
 Bibliographie	507
 Quatrième partie : Génétique et évolution	517
 Chapitre 14 : Introduction à la génétique des populations	519
1. Les populations à l'équilibre. La loi d'Hardy-Weinberg	522
2. Les facteurs de variation des populations	427
2.1. Les facteurs systématiques	527
2.1.1. La mutation	527
2.1.2. La sélection	528
2.1.3. Equilibre entre mutation et sélection. Les polymorphismes ..	513
2.1.4. La migration	539
2.2. Les facteurs dispersifs	541
 Chapitre 15 : Introduction à la génétique quantitative	545
1. Le déterminisme génétique des caractères quantitatifs	546
1.1. L'hypothèse des facteurs multiples	546
1.2. Ségrégation et liaison génétique des polygènes	551
2. L'amélioration génétique	560
2.1. L'amélioration par sélection	562
2.2. L'amélioration par utilisation de l'hétérosis	568

Chapitre 16 : L'évolution	575
1. L'évolution macromoléculaire et l'apparition de la vie	577
1.1. Origine et évolution de la terre	577
1.2. Origine et évolution de la vie	578
1.2.1. Idées anciennes. Avant Pasteur	578
1.2.2. Idées contemporaines	581
2. L'évolution biologique	590
2.1. Historique	590
2.2. Le fait de l'évolution	592
2.2.1. Evidences en faveur du fait évolutif	592
2.2.2. Le cours de l'évolution	603
2.3. Les théories de l'évolution	608
2.3.1. Le lamarckisme et le néo-lamarckisme	609
2.3.2. Le darwinisme	615
2.3.3. Le néo-darwinisme ou la théorie synthétique	618
2.3.4. Et maintenant ?	627
Bibliographie	637
Index des auteurs	645
Index des matières	657

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

