

SCIENCES SUP



*Rappels de cours, exercices et problèmes corrigés*

Licence • PCEM • CAPES

# GÉNÉTIQUE

3<sup>e</sup> édition

*Jean-Louis Serre*

DUNOD

3<sup>e</sup> édition

Jean-Louis Serre

# GÉNÉTIQUE

## Rappels de cours, exercices et problèmes corrigés

Cet ouvrage s'adresse aux étudiants de Licence et de Médecine (PCEM1 ou 2) et sera aussi utile aux candidats au CAPES ou à l'Agrégation des sciences de la Vie et de la Terre.

Il rappelle les principes fondamentaux de la génétique et présente les techniques essentielles :

- analyse de la ségrégation allélique, de l'indépendance et de la liaison génétique, de la recombinaison génétique et de la conversion génique ;
- analyse fonctionnelle de la dominance, de la récessivité, de la complémentation, de la suppression ;
- crible de mutants directs et de révertants, transgénèse ;
- conjugaison, transduction et transformation bactérienne.

Plus de 50 exercices corrigés illustrent les concepts théoriques. Ces exercices sont complétés par une vingtaine de problèmes élaborés à partir de sujets d'examens. Chaque problème est suivi d'un corrigé très détaillé, dans lequel l'accent est mis sur l'enchaînement des raisonnements qui permettent, à partir de données expérimentales et de connaissances théoriques, de bâtir des hypothèses et de tirer des conclusions.

Dans cette nouvelle édition, les rappels de cours ont été entièrement actualisés et une grande partie des exercices et des problèmes ont été renouvelés.

JEAN-LOUIS SERRE  
est professeur à l'université  
de Versailles-Saint-Quentin.

MATHÉMATIQUES

PHYSIQUE

CHIMIE

SCIENTES DE L'INGÉNIEUR

INFORMATIQUE

SCIENTES DE LA VIE

SCIENTES DE LA TERRE



9 782100 150524

1 2 3 4 5 6 7 8  
LICENCE | MASTER | DOCTORAT



BL 333

046287 (5)



# GÉNÉTIQUE

## Rappels de cours, exercices et problèmes corrigés

**Jean-Louis Serre**

Professeur à l'université de Versailles-Saint-Quentin



3<sup>e</sup> édition

DUNOD

# Table des matières

|   |    |
|---|----|
| AVANT-PROPOS  | XI |
| INTRODUCTION • L'OUVERTURE PROGRESSIVE DE LA BOÎTE NOIRE                  | 1  |
| PARTIE 1 • CONCEPTS DE BASE ET EXERCICES CORRIGÉS                         | 5  |
| CHAPITRE 1 • L'APPROCHE FACTORIELLE ET FORMELLE DU MENDÉLISME             | 7  |
| 1.1 Introduction  | 7  |
| 1.2 La loi de pureté des gamètes  | 7  |
| 1.3 La combinatoire régissant la transmission de plusieurs caractères     | 10 |
| CHAPITRE 2 • LA SÉGRÉGATION 2/2 ET LA THÉORIE CHROMOSOMIQUE DE L'HÉRÉDITÉ | 17 |
| 2.1 Introduction : la théorie chromosomique de l'hérédité                 | 17 |
| 2.2 La ségrégation 2/2  | 18 |
| 2.3 Quelques définitions  | 20 |
| 2.3.1 Ambiguïté du terme caractère  | 20 |
| 2.3.2 Le phénotype sauvage et la souche sauvage de référence ✓            | 21 |
| 2.3.3 Quelle est la définition du gène à ce stade ? ✓                     | 21 |
| 2.3.4 La dominance et la récessivité ✓                                    | 23 |
| 2.4 Le test de la ségrégation 2/2 par test cross                          | 23 |
| 2.5 L'hérédité liée à l'X   | 24 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>CHAPITRE 3 • LA RECOMBINAISON GÉNÉTIQUE, L'INDÉPENDANCE ET LA LIAISON GÉNÉTIQUE ✓</b>                         | 47  |
| 3.1 Introduction   | 47  |
| 3.2 La recombinaison génétique par brassage chromosomique  | 48  |
| 3.3 La recombinaison génétique par crossing-over et ses conséquences   | 50  |
| 3.4 Mesure de la distance génétique et cartographie des gènes  | 53  |
| 3.4.1 Distances en unités de recombinaison   | 53  |
| 3.4.2 Distance génétique en centi-Morgan ou distance de Haldane  | 54  |
| 3.5 Recombinaison génétique, indépendance ou liaison génétique, cartographie des gènes                           | 56  |
| 3.5.1 Considérations générales   | 56  |
| 3.5.2 Test de l'indépendance génétique à l'issue d'un croisement $F_1 \times F_1$                                | 57  |
| 3.5.3 Test de l'indépendance génétique à l'issue d'un test cross $F_1 \times$ parent double récessif             | 59  |
| <b>CHAPITRE 4 • L'ANALYSE DE TÉTRADES ✓</b>  | 95  |
| 4.1 Introduction   | 95  |
| 4.2 La pré et la postréduction   | 96  |
| 4.3 La distance du locus d'un gène à son centromère  | 102 |
| 4.4 L'étude de l'indépendance et de la liaison génétique par l'analyse de tétrades                               | 104 |
| 4.4.1 Analyse de tétrades pour deux gènes physiquement indépendants  | 104 |
| 4.4.2 Analyse de tétrades pour deux gènes physiquement liés  | 108 |
| 4.4.3 Domaine de variation des trois types de tétrades pour deux gènes physiquement liés                         | 111 |
| 4.4.4 L'analyse de tétrades et la correction de la distance génétique  | 112 |
| 4.5 L'analyse de tétrades et le test de l'indépendance physique  | 114 |
| 4.6 La conversion génique  | 116 |
| 4.6.1 Mise en évidence du phénomène  | 116 |
| 4.6.2 Interprétation moléculaire de la conversion génique  | 118 |
| <b>CHAPITRE 5 • L'ANALYSE GÉNÉTIQUE FONCTIONNELLE : COMPLÉMENTATION FONCTIONNELLE ET DOMINANCE-RÉCESSIVITÉ ✓</b> | 141 |
| 5.1 La définition fonctionnelle du gène : la découverte de la relation un gène/une enzyme                        | 141 |
| 5.2 La complémentation fonctionnelle et le test d'allélisme  | 142 |
| 5.2.1 Croisement des mutants par la souche sauvage SSR : test de dominance/récessivité                           | 143 |
| 5.2.2 Analyse génétique de la méiose chez les diploïdes issus du croisement mutant $\times$ SSR                  | 144 |
| 5.2.3 Croisements entre souches mutantes : test de complémentation fonctionnelle et test d'allélisme             | 144 |
| 5.3 Les groupes de complémentation et le dénombrement des gènes  | 147 |

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 5.4   | La complémentation fonctionnelle est un outil de croisement  | 148 |
| 5.5   | Interprétation fonctionnelle et moléculaire de la dominance et la récessivité  | 148 |
| 5.5.1   | Approche formelle et factorielle de la dominance et de la récessivité  | 148 |
| 5.5.2   | Les différentes mutations possibles d'un gène et leurs conséquences fonctionnelles   | 150 |
| 5.5.3   | Interprétation fonctionnelle et moléculaire de la dominance et la récessivité  | 154 |
| <b>CHAPITRE 6 • LA CARTOGRAPHIE ET CARTE FINE DES GÈNES</b>             |  | 171 |
| 6.1   | Introduction   | 171 |
| 6.2   | L'assignation ou localisation chromosomique  | 172 |
| 6.3   | La cartographie par analyse de liaison génétique   | 173 |
| 6.4   | La cartographie par délétion   | 174 |
| 6.4.1   | Cartographie par délétion des sites de mutation d'un gène  | 174 |
| 6.4.2   | Différences entre mutants par délétion et mutants ponctuels multiples  | 175 |
| 6.5   | La cartographie fine par test multipoint   | 176 |
| <b>CHAPITRE 7 • ANALYSE GÉNÉTIQUE DES RÉVERTANTS ET DES SUPPESSEURS</b> |  | 187 |
| 7.1   | Introduction   | 187 |
| 7.2   | Analyse génétique formelle des révertants  | 189 |
| 7.2.1   | Taux de réversion  | 189 |
| 7.2.2   | Mise en évidence d'une mutation suppresseur chez un révertant  | 189 |
| 7.2.3   | Test de dominance-récessivité d'un suppresseur   | 195 |
| 7.2.4   | Test de complémentation fonctionnelle entre suppresseurs récessifs   | 195 |
| 7.2.5   | Propriétés génétiques formelles des suppresseurs   | 197 |
| 7.3   | Analyse fonctionnelle et moléculaire des révertants et des suppresseurs  | 201 |
| 7.3.1   | Introduction   | 201 |
| 7.3.2   | Analyse et interprétation moléculaire des révertants de première classe ou de certains révertants de seconde classe avec un suppresseur très lié | 202 |
| 7.3.3   | Les suppresseurs informationnels   | 206 |
| 7.3.4   | Les suppresseurs fonctionnels  | 208 |
| 7.4   | Conclusions  | 212 |
| <b>CHAPITRE 8 • LA SÉLECTION DE MUTANTS</b>                             |  | 233 |
| 8.1   | Introduction   | 233 |
| 8.2   | Mutants de perte et de gain de fonction phénotypique   | 234 |
| 8.2.1   | Mutants spontanés et mutants induits   | 234 |
| 8.2.2   | Mutants de gain de fonction  | 234 |
| 8.2.3   | Mutants de perte de fonction   | 236 |
| 8.3   | Mutants indépendants   | 237 |

|  |  |     |
|--|--|-----|
| 8.4  | Mutants létaux conditionnels   | 238 |
| 8.5  | Définition et utilité des chromosomes balanceurs dans la génétique de la drosophile        | 238 |
| 8.6  | Mutagenèse ciblée  | 240 |
| <b>CHAPITRE 9 • LA GÉNÉTIQUE BACTÉRIENNE CONJUGAISON, TRANSDUCTION, TRANSFORMATION</b> |  | 251 |
| 9.1  | Introduction   | 251 |
| 9.2  | Mécanismes bactériens de substitution ou de complément de l'information génétique endogène | 252 |
| 9.2.1  | La conjugaison   | 252 |
| 9.2.2  | La transduction  | 256 |
| 9.2.3  | La transformation  | 257 |
| <b>PARTIE 2 • PROBLÈMES CORRIGÉS</b>   |  | 265 |
| <b>CHAPITRE 10 • PROBLÈMES DE GÉNÉTIQUE CHEZ LA LEVURE</b>                             |  | 267 |
| <b>CHAPITRE 11 • PROBLÈMES DE GÉNÉTIQUE CHEZ LA DROSOPHILE</b>                         |  | 319 |
| <b>CHAPITRE 12 • GÉNÉTIQUE BACTÉRIENNE ✓</b>   |  | 355 |
| <b>BIBLIOGRAPHIE</b>   |  | 397 |
| <b>INDEX</b>   |  | 399 |