

Nouveau  
T<sup>le</sup>

FOCUS  BAC

avec SCHOOLMOUV

# SVT

Spécialité



→ Le cours synthétique

→ 100 schémas et cartes mentales

→ Des méthodes pas à pas

→ 150 exercices, quiz et sujets corrigés

Belin:  
ÉDUCATION

 SCHOOLMOUV



**FOCUS**  **BAC**

avec **SCHOOL**  **MOUV**

Nouveau  
**T**<sup>le</sup>

# SVT

**Spécialité**

**Maxime Treiber**

Professeur certifié de SVT  
Académie de Créteil

**Stéphane Frayon**

Professeur agrégé de SVT  
Académie de Nouméa

**Avec la participation de**

**Cécile Ghienne** (fiches Coaching Bac)

Docteure en sciences du langage et professeure en didactique

**Marion Petipré** (fiches Grand Oral)

Conceptrice et directrice du programme D.U. ParéO  
(Passport pour réussir et s'orienter) à l'Université de Paris.

**Belin:**  
ÉDUCATION

 **SCHOOL**  **MOUV**

© Belin Éducation / Humensis, 2021.

170 bis, boulevard du Montparnasse, 75680 Paris Cedex 14.

© SchoolMouv / SAS Picardo Shannon, 2021.

Toutes les références à des sites Internet présentées dans cet ouvrage ont été vérifiées attentivement à la date d'impression. Compte tenu de la volatilité des sites et du détournement possible de leur adresse, Belin Éducation et SchoolMouv ne peuvent en aucun cas être tenus pour responsables de leur évolution. Nous appelons donc chaque utilisateur à rester vigilant quant à leur utilisation.

Le code de la propriété intellectuelle n'autorise que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » [article L. 122-5] ; il autorise également les courtes citations effectuées dans un but d'exemple ou d'illustration. En revanche « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » [article L. 122-4]. La loi 95-4 du 3 janvier 1994 a confié au C.F.C. (Centre français de l'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris), l'exclusivité de la gestion du droit de reprographie. Toute photocopie d'œuvres protégées, exécutée sans son accord préalable, constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

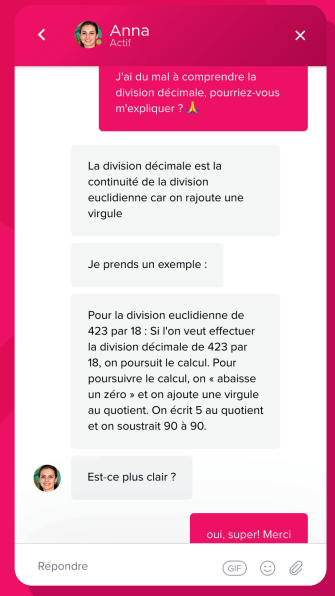
ISBN 979-10-358-1970-5

## Pour le Bac, il faut un kit de survie exceptionnel !

On a pensé à tout : si tu as besoin de plus de **vidéos**, de **fiches**, d'**exercices** ou d'**annales**, l'abonnement SchoolMouv est fait pour toi !

Et s'il te reste des questions, un prof SchoolMouv est là pour y répondre par **tchat**, dans **toutes les matières du programme**.

Cerise sur le gâteau, on t'offre une période d'essai de 7 jours sans engagement pour tester. Avec tout ça, **c'est la bonne note garantie !**



### Offre prof en ligne

- ✓ **1 compte parent + 3 comptes enfant**
- ✓ **Accès en illimité à tous nos contenus**
- ✓ **Accès à un prof en ligne pour poser toutes ses questions**
  - service disponible de 17 h à 20 h du lundi au vendredi et de 14 h à 17 h le samedi et le dimanche
  - disponible dans toutes les matières
  - disponible du CP à la Terminale

**7 jours offerts**

Scanne-moi  
avec ton téléphone  
pour en savoir plus



# Sommaire

Présentation de l'épreuve .....	8
Méthode BAC .....	10

## GÉNÉTIQUE ET ÉVOLUTION

1

### L'origine du génotype des individus

#### COURS

Un quiz pour commencer .....	12
L'essentiel en 4 points .....	13
<b>LE COURS</b> en 4 fiches .....	14

#### BILAN

<b>Mémo visuel</b> .....	21
<b>Se tester</b> .....	22

#### MÉTHODE

<b>Savoir-faire</b> • 4 exercices guidés pour réussir .....	24
Ton KIT DE SURVIE <b>S</b> SCHOOLMOUV .....	30

2

### La complexification des génomes : transferts horizontaux et endosymbioses

#### COURS

Un quiz pour commencer .....	32
L'essentiel en 2 points .....	33
<b>LE COURS</b> en 2 fiches .....	34

#### BILAN

<b>Mémo visuel</b> .....	36
<b>Se tester</b> .....	37

#### MÉTHODE

<b>Savoir-faire</b> • 2 exercices guidés pour réussir .....	39
Ton KIT DE SURVIE <b>S</b> SCHOOLMOUV .....	44

3

### L'inéluctable évolution des génomes au sein des populations

#### COURS

Un quiz pour commencer .....	46
L'essentiel en 2 points .....	47
<b>LE COURS</b> en 2 fiches .....	48

#### BILAN

<b>Mémo visuel</b> .....	50
<b>Se tester</b> .....	51

#### MÉTHODE

<b>Savoir-faire</b> • 2 exercices guidés pour réussir .....	53
Ton KIT DE SURVIE <b>S</b> SCHOOLMOUV .....	56

4

### D'autres mécanismes contribuant à la diversité du vivant

#### COURS

Un quiz pour commencer .....	58
L'essentiel en 2 points .....	59
<b>LE COURS</b> en 2 fiches .....	60

#### BILAN

<b>Mémo visuel</b> .....	62
<b>Se tester</b> .....	63
Ton KIT DE SURVIE <b>S</b> SCHOOLMOUV .....	65

#### SUJETS GUIDÉS DU THÈME

<b>Sujet guidé 1</b> • Synthèse argumentée .....	66
<b>Sujet guidé 2</b> • Synthèse argumentée .....	68
<b>Sujet guidé 3</b> • Résolution de problème scientifique .....	70

## À LA RECHERCHE DU PASSÉ GÉOLOGIQUE DE NOTRE PLANÈTE

5

### Le temps et les roches

#### COURS

Un quiz pour commencer ..... 74

L'essentiel en 3 points ..... 75

**LE COURS en 3 fiches** ..... 76

#### BILAN

**Mémo visuel** ..... 80

**Se tester** ..... 81

#### MÉTHODE

**Savoir-faire** • 3 exercices guidés  
pour réussir ..... 83

Ton KIT DE SURVIE  SCHOOLMOUV ..... 88

6

### Les traces du passé mouvementé de la Terre

#### COURS

Un quiz pour commencer ..... 90

L'essentiel en 3 points ..... 91

**LE COURS en 3 fiches** ..... 92

#### BILAN

**Mémo visuel** ..... 95

**Se tester** ..... 96

#### MÉTHODE

**Savoir-faire** • 2 exercices guidés  
pour réussir ..... 98

Ton KIT DE SURVIE  SCHOOLMOUV ..... 102

#### SUJETS GUIDÉS DU THÈME

**Sujet guidé 1** • Synthèse argumentée 104

**Sujet guidé 2** • Résolution de problème  
scientifique ..... 106

## DE LA PLANTE SAUVAGE À LA PLANTE DOMESTIQUÉE

7

### L'organisation fonctionnelle des plantes à fleurs

#### COURS

Un quiz pour commencer ..... 110

L'essentiel en 4 points ..... 111

**LE COURS en 4 fiches** ..... 112

#### BILAN

**Mémo visuel** ..... 116

**Se tester** ..... 117

#### MÉTHODE

**Savoir-faire** • 4 exercices guidés  
pour réussir ..... 119

Ton KIT DE SURVIE  SCHOOLMOUV ..... 124

8

### La plante, productrice de matière organique

#### COURS

Un quiz pour commencer ..... 126

L'essentiel en 3 points ..... 127

**LE COURS en 3 fiches** ..... 128

#### BILAN

**Mémo visuel** ..... 131

**Se tester** ..... 132

#### MÉTHODE

**Savoir-faire** • 4 exercices guidés  
pour réussir ..... 134

Ton KIT DE SURVIE  SCHOOLMOUV ..... 140

9

### Reproduction de la plante : entre vie fixée et mobilité

#### COURS

Un quiz pour commencer ..... 142

L'essentiel en 4 points ..... 143

**LE COURS en 4 fiches** ..... 144

## BILAN

Mémo visuel .....	148
Se tester .....	149

## MÉTHODE

Savoir-faire • 2 exercices guidés pour réussir .....	151
Ton KIT DE SURVIE  .....	154



## La domestication des plantes

### COURS

Un quiz pour commencer .....	156
L'essentiel en 3 points .....	157
LE COURS en 3 fiches .....	158

### BILAN

Mémo visuel .....	161
Se tester .....	162
Ton KIT DE SURVIE  .....	164

### SUJETS GUIDÉS DU THÈME

Sujet guidé 1 • Synthèse argumentée .....	166
Sujet guidé 2 • Synthèse argumentée .....	168
Sujet guidé 3 • Résolution de problème scientifique .....	170

## LES CLIMATS DE LA TERRE



## Reconstituer et comprendre les variations climatiques passées

### COURS

Un quiz pour commencer .....	174
L'essentiel en 6 points .....	175
LE COURS en 6 fiches .....	176

### BILAN

Mémo visuel .....	182
Se tester .....	183

## MÉTHODE

Savoir-faire • 4 exercices guidés pour réussir .....	185
Ton KIT DE SURVIE  .....	192



## Les conséquences du réchauffement climatique et les possibilités d'actions

### COURS

Un quiz pour commencer .....	194
L'essentiel en 3 points .....	195
LE COURS en 3 fiches .....	196

### BILAN

Mémo visuel .....	199
Se tester .....	200
Ton KIT DE SURVIE  .....	202

### SUJETS GUIDÉS DU THÈME

Sujet guidé 1 • Synthèse argumentée .....	204
Sujet guidé 2 • Résolution de problème scientifique .....	206

## CORPS HUMAIN ET SANTÉ



## Comportement, mouvement et système nerveux

### COURS

Un quiz pour commencer .....	210
L'essentiel en 6 points .....	211
LE COURS en 6 fiches .....	212

### BILAN

Mémo visuel .....	218
Se tester .....	219

## MÉTHODE

Savoir-faire • 5 exercices guidés pour réussir .....	221
Ton KIT DE SURVIE  .....	228



## 14

### Contraction musculaire et apport d'énergie

#### COURS

Un quiz pour commencer .....	230
L'essentiel en 6 points .....	231
<b>LE COURS</b> en 6 fiches .....	232

#### BILAN

<b>Mémo visuel</b> .....	239
<b>Se tester</b> .....	240

#### MÉTHODE

<b>Savoir-faire</b> • 5 exercices guidés pour réussir .....	242
Ton KIT DE SURVIE  .....	248

## 15

### L'adaptabilité de l'organisme

#### COURS

Un quiz pour commencer .....	250
L'essentiel en 3 points .....	251
<b>LE COURS</b> en 3 fiches .....	252

#### BILAN

<b>Mémo visuel</b> .....	255
<b>Se tester</b> .....	256

#### MÉTHODE

<b>Savoir-faire</b> • 3 exercices guidés pour réussir .....	258
Ton KIT DE SURVIE  .....	262

## 16

### L'organisme débordé dans ses capacités d'adaptation

#### COURS

Un quiz pour commencer .....	264
L'essentiel en 2 points .....	265
<b>LE COURS</b> en 2 fiches .....	266

#### BILAN

<b>Mémo visuel</b> .....	268
<b>Se tester</b> .....	269

Ton KIT DE SURVIE  .....	271
---	-----

## SUJETS GUIDÉS DU THÈME

<b>Sujet guidé 1</b> • Synthèse argumentée .....	272
<b>Sujet guidé 2</b> • Synthèse argumentée .....	274
<b>Sujet guidé 3</b> • Résolution de problème scientifique .....	276

## Sujets complets corrigés

<b>Sujet 1</b> .....	280
<b>Sujet 2</b> .....	289
<b>Sujet 3</b> .....	298
<b>Sujet 4</b> .....	307
<b>Sujet 5</b> .....	316

## Coaching BAC

#### FICHE 1 Dès la rentrée :

Créer un environnement de travail propice à la concentration et à la réussite .....	326
---	-----

#### FICHE 2 En début d'année :

Comprendre ce que l'on attend de moi pour progresser .....	328
--	-----

#### FICHE 3 Tout au long de l'année :

Réviser efficacement .....	330
----------------------------	-----

#### FICHE 4 De J-15 à J-1 :

Gérer mon stress .....	332
------------------------	-----

#### FICHE 5 Jour J : Assurer le Jour J .....

334
-----

## Grand Oral

<b>FICHE 1</b> Comprendre l'épreuve du Grand oral .....	336
---	-----

<b>FICHE 2</b> Explorer les thèmes sélectionnés .....	338
---	-----

<b>FICHE 3</b> Structurer son sujet .....	339
---	-----

<b>FICHE 4</b> Travailler sa voix et sa diction .....	340
---	-----

<b>FICHE 5</b> Développer sa répartie .....	341
---	-----

<b>Lexique</b> .....	342
----------------------	-----

# Tout ce que tu dois savoir sur l'épreuve de SVT au Baccalauréat



## QUAND L'ÉPREUVE SE DÉROULE-T-ELLE ?

L'épreuve écrite terminale de spécialité de SVT se déroule généralement **au retour des vacances de printemps**. C'est ton lycée ou ton académie qui fixe les dates, alors n'oublie pas de te renseigner !

## COMBIEN DE TEMPS DURE-T-ELLE ?

L'épreuve terminale de spécialité de SVT comporte **deux parties** : une **épreuve écrite**, qui dure **3 h 30**, et une **épreuve d'évaluation des compétences expérimentales (ECE)**, qui dure **1 h**.

## COMMENT LES POINTS SONT-ILS RÉPARTIS ENTRE LES DIFFÉRENTS EXERCICES ?

L'**épreuve écrite** compte pour **15 points** (sur 20) et l'**épreuve pratique** compte pour **5 points** (sur 20). La note globale de l'épreuve est donnée sur 20 points. Dans l'épreuve écrite, l'**exercice 1** est noté sur 6 ou 7 points, l'**exercice 2** est noté sur 8 ou 9 points.



## QUEL EST LE POIDS DE L'ÉPREUVE DE SPÉCIALITÉ SVT ?

Dans le nouveau Baccalauréat, l'ensemble des épreuves terminales compte pour 60 % de la note finale. Le coefficient de l'épreuve de spécialité de SVT est de **16 (sur 100)**.



## QUELS TYPES D'EXERCICES DOIS-JE MAÎTRISER ?

Tu dois maîtriser deux types d'exercices. L'**exercice 1** nécessite de rédiger un texte argumenté répondant à une question scientifique posée. Le questionnement peut être accompagné d'un ou plusieurs documents. L'**exercice 2** demande de développer un raisonnement scientifique pour résoudre le problème posé.

## SUR QUELLE PARTIE DU PROGRAMME VAIS-JE ÊTRE ÉVALUÉ(E) ?

L'épreuve écrite porte sur l'ensemble du programme de terminale à l'**exception des sujets suivants** :

- « D'autres mécanismes contribuent à la diversité du vivant » (**ch. 4, p. 58**) ;
- « La domestication des plantes » (**ch. 10, p. 156**) ;
- « Les conséquences du réchauffement climatique et les possibilités d'actions » (**ch. 12, p. 194**) ;
- « L'organisme débordé dans ses capacités d'adaptation » (**ch. 16, p. 264**).



## QUELLES SONT LES ATTENTES DU JURY ?

L'épreuve a pour objectif de valider la maîtrise des connaissances et compétences acquises dans le cadre du programme du cycle terminal. L'**exercice 1** permet d'évaluer la capacité à mobiliser des connaissances, à les organiser et à les exposer avec la syntaxe, le vocabulaire scientifique et les modes de communication scientifique appropriés. L'**exercice 2** permet d'évaluer la capacité à pratiquer une démarche scientifique, à partir de l'exploitation d'un ensemble de documents et en mobilisant des connaissances **voir Méthode BAC, p. 10-11**.

Pour te préparer à l'épreuve tout au long de l'année, consulte les fiches **Coaching BAC, p. 326-335**.

## 1 Les clés pour réussir

### Étape 1 Analyser et reformuler les termes du sujet

Cette étape est essentielle pour les deux types d'exercices. Elle vise à comprendre le sens du travail à faire, les exigences et les limites. Il faut en particulier analyser :

- le verbe employé (« expliquer », « décrire »...);
- les mots clés du sujet ;
- les limites du sujet ;
- les exigences spécifiées dans le paratexte (« texte argumenté », « preuves », utilisation des documents...).

### Étape 2 Recenser et organiser les idées et arguments pour répondre au sujet

- Analyse les documents.
- Mobilise tes connaissances sur le sujet.
- Repère les idées clés et les détails qui y sont associés.
- Formule ta conclusion.
- Organise tes idées clés selon un ordre logique qui permet leur énonciation progressive sans aller-retour. Chacune constitue alors une « grande » partie de développement.
- Choisis un argument à présenter par idée clé. C'est-à-dire une preuve pour un des détails pour chacune des idées clés.
- Choisis ce que tu présenteras sous forme de texte et sous forme de schéma (que tu esquisseras au brouillon).



#### COUP DE POUCE

Une fois ta conclusion formulée, vérifie qu'il s'agit bien d'une réponse complète au problème posé. Si c'est le cas, passe à l'organisation de ton texte. Si ce n'est pas le cas, remobilise tes connaissances.

#### CONSEIL

Pour chacune des parties, établis l'ordre logique dans lequel tu énonceras les détails associés.

### Étape 3 Rédiger le devoir

- Rédige une introduction qui rappelle le sujet à traiter, en le reformulant.
- Rédige tes « grandes » parties comme des paragraphes distincts, en respectant l'ordre et la forme que tu as choisis.
- Rédige ta conclusion.
- Relis ton travail pour corriger la syntaxe, la grammaire, le vocabulaire scientifique et les schémas.

## 2

## Comment vérifier que tu réponds bien aux attentes du jury ?

Nous te proposons dans cet ouvrage des **sujets complets corrigés**, avec des **grilles d'autoévaluation** (voir p. 280-324).

Ces grilles évaluent les points suivants.

### Exercice 1

#### Tes connaissances et arguments

- > Exactitude et complétude des connaissances à mobiliser
- > Pertinence, complétude et exactitude des arguments nécessaires pour étayer l'exposé : principes ou exemples d'expériences, observations, situations concrètes... (éventuellement issus du ou des documents proposés)

#### La construction scientifique de ton texte

- > Logique de la construction du texte par rapport à la question posée
- > Complétude : toutes les idées clés (grandes parties du sujet) sont présentes

#### La qualité de ton exposé

- > Syntaxe, vocabulaire scientifique, clarté de tout mode de communication scientifique approprié

### Exercice 2

#### Ta démarche de résolution

- > Qualité et complétude de la démarche de résolution (adéquation de la démarche avec le problème posé)
- > Qualité de la rédaction de la démarche de résolution (explicitation claire et rigoureuse du raisonnement conduit)
- > Présence et justesse de la conclusion apportant une réponse correcte au problème posé

#### Ton analyse des documents et la mobilisation de tes connaissances

- > Qualité des données prélevées dans les documents pour résoudre le problème scientifique
- > Complétude et pertinence des connaissances nécessaires pour traiter le problème de manière complète, en sus des données issues des documents

#### La mise en relation des documents et connaissances

- > Mise en relation pertinente des données prélevées et des connaissances avec le problème à résoudre (confrontation pertinente des données et des connaissances et du problème posé)

# L'origine des individus

REVISIONS

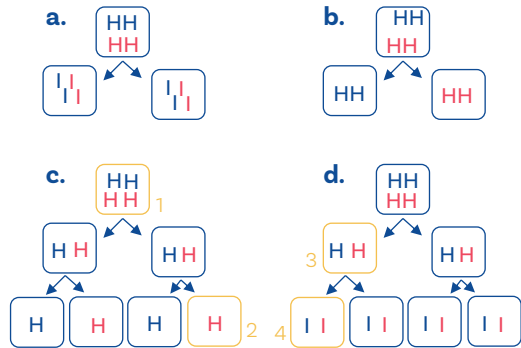
1<sup>re</sup>

## Un quiz avant de commencer

### 1. Réponds aux questions suivantes.

Chaque couleur est associée à une paire de chromosomes homologues à une ou deux chromatides (I ou H).

- Quel schéma illustre les conséquences cellulaires et chromosomiques d'une mitose ?
- Quel schéma illustre les conséquences cellulaires et chromosomiques d'une méiose ?
- Laquelle/lesquelles des cellule(s) numérotée(s) de 1 à 4 est/sont diploïde(s) ?
- Quelle(s) cellule(s) numérotée(s) de 1 à 4 a pour formule chromosomique  $n = 2$  ?



### 2. Vrai ou faux ?

- Le génome est l'ensemble des gènes d'un individu.
- Le séquençage de l'ADN donne la séquence de nucléotides d'un allèle.
- Les segments d'ADN localisés au même endroit sur des chromosomes homologues ont toujours les mêmes séquences de nucléotides.
- Pour une paire d'allèles identiques, le génotype est hétérozygote.
- Les mutations enrichissent la diversité allélique de la population.
- Un clone est un ensemble de cellules génétiquement différentes.
- Une mutation dans une cellule somatique est présente dans son clone.
- La fécondation produit un gamète diploïde.
- Si l'allèle responsable d'une maladie monogénique appartient au chromosome Y, la transmission de celle-ci est autosomique.

Vrai Faux

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Réponses : 1. 1. a - 2. d - 3. 1 - 4. 3 et 4 • 2. 1. Faux - 2. Vrai - 3. Faux - 4. Faux - 5. Vrai - 6. Faux - 7. Vrai - 8. Faux - 9. Faux

# du génotype

## L'ESSENTIEL EN 4 POINTS

Comment le génotype des individus issus de la reproduction asexuée se diversifie-t-il ?

1

### Stabilité et évolution clonale

Le **génotype** des clones **se diversifie** par accumulation des **mutations** au cours des générations, en dehors de tout échange génétique avec l'extérieur. > p. 14

Comment le génotype des individus issus de la reproduction sexuée se diversifie-t-il sans modification du génome ?

2

### Le brassage des génomes à chaque génération

Le **génotype** d'un individu provient de ses **parents** mais n'est pas identique à celui de ses frères ou sœurs. Des phénomènes aléatoires lors de la **méiose** (brassage intra- et inter- chromosomique) et de la **fécondation** sont en jeu dans la reproduction sexuée. > p. 15

Comment le génome peut-il être modifié lors de la reproduction sexuée ? Quelles en sont les conséquences génotypiques et évolutives ?

3

### Les accidents génétiques de la méiose

Des **anomalies** au cours de la **méiose** (crossing-over inégal, absence de séparation des chromatides) peuvent **modifier le génome** : chromosome(s) ou gène(s) supplémentaires, voire absents. Les **conséquences** sur le génotype et évolutives sont diverses. > p. 17

Comment les principes de base de la génétique s'appliquent-ils en analyse génétique dans l'espèce humaine ?

4

### Principes de base de la génétique

En cas d'**anomalie génétique**, l'**origine du génotype** d'un individu est parfois à rechercher parmi ses **ancêtres**. L'étude de l'**arbre généalogique** et/ou le **séquençage** de l'ADN permettent de déterminer le génotype et, parfois, l'allèle responsable. > p. 19

# LE COURS

## en 4 fiches

1

## Stabilité et évolution clonale

Idées clés

→ Un **clone** est un ensemble de cellules produit par une succession de **divisions cellulaires conformes**. Toutes les cellules sont génétiquement identiques, aux mutations près. La **reproduction asexuée** assure une **stabilité clonale**.

→ Chaque cellule hérite du **génome** et du **génotype** d'une seule autre cellule.

→ En l'absence d'échange génétique avec l'extérieur, l'**accumulation de mutations successives** au cours des générations crée de la **diversité génétique** au sein d'un clone. C'est un processus d'**évolution clonale**.

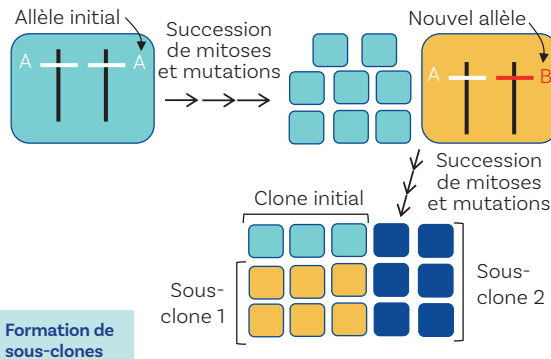


### Des pistes pour argumenter

- **La stabilité clonale** : indiquez comment les événements de la mitose, après une réplication du matériel génétique très fiable, permettent la conservation d'une copie complète du génome de la cellule parentale dans chacune des deux cellules filles. > p. 12

- **L'évolution clonale** : présente les résultats de l'expérience de Lenski sur la diversification génétique d'un clone bactérien au cours du temps.

Coup d'œil



Formation de sous-clones

À la loupe

- Les **clones** peuvent être constitués de **cellules séparées** (cas des nombreuses bactéries ou de nos cellules sanguines) ou de **cellules associées de façon stable** (cas des tissus solides comme les épithéliums de l'intestinal ou de la peau).

- Un **clone** est produit par une **succession de divisions cellulaires conformes** (des **mitoses**, chez les **eucaryotes**). Il en résulte une **relative stabilité génétique** : génome et génotype sont conservés d'une génération de cellule à la suivante, aux mutations près.

- **Toute mutation** (perte de gène, apparition d'un nouvel allèle, etc.) est **héréditaire**. Elle devient **pérenne** pour toute la **lignée cellulaire** issue du mutant, qualifiée de « **sous-clone** ». En l'absence d'échange génétique avec l'extérieur, la **diversité allélique d'un clone** varie par accumulation de **mutations successives** dans les différentes cellules.

→ Voir lexique p. 342



## 2

# Le brassage des génomes à chaque génération

### Idées clés

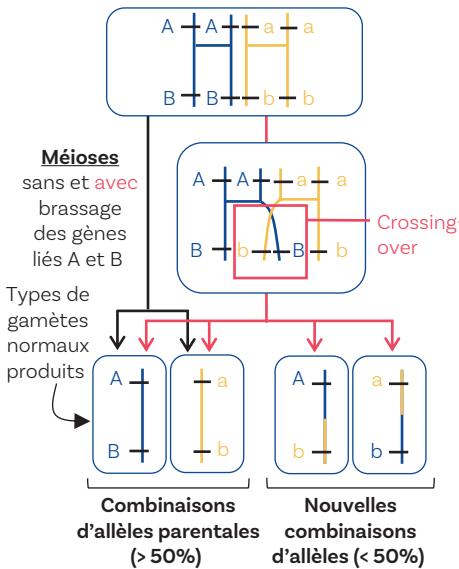
- **Méiose** et fécondation sont des **mécanismes compensatoires** permettant la conservation du **caryotype** à chaque génération.
- Chaque cellule-œuf **diploïde** hérite des génomes et génotypes de deux cellules **haploïdes**.
- Lors de la méiose, les **brassages génétiques** intra- et interchromosomiques génèrent une **diversité de combinaisons d'allèles** chez les gamètes, diversité d'autant plus grande que le nombre de gènes à l'état **hétérozygote** chez les parents est grand.
- La **diversité allélique** des gamètes et le **brassage génétique** lié à l'aléa de leur rencontre lors de la fécondation favorisent une **diversification génétique** des cellules-œuf.



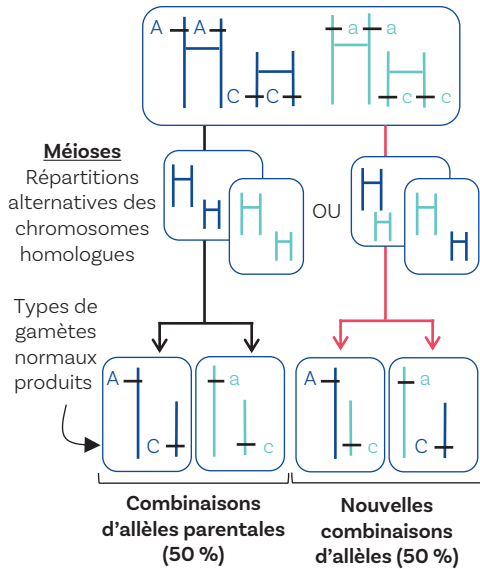
### Des pistes pour argumenter

**La diversification des combinaisons alléliques des gamètes lors de la méiose :** présente un exemple pour comparer les génotypes des gamètes issus de deux méioses, avec et sans crossing-over, impliquant deux gènes liés [brassage intrachromosomique] ou avec des répartitions alternatives de chromosomes pour deux gènes non liés [brassage interchromosomique].

### Coup d'œil



Diversité des combinaisons alléliques des gamètes avec un brassage intrachromosomique



Diversité des combinaisons alléliques des gamètes avec un brassage interchromosomique

- Chez les eucaryotes à **reproduction sexuée**, le **caryotype est relativement stable** au cours des générations (d'une cellule-œuf à une nouvelle cellule-œuf) parce que la méiose et la fécondation sont des **mécanismes compensatoires**. La **méiose réduit la ploïdie** : les **gamètes haploïdes** sont formés à partir de **cellules diploïdes**. La fécondation permet un retour à l'état diploïde, **deux gamètes haploïdes** unissent leur génome.
- Le **génotype** d'une cellule-œuf diploïde est le **résultat de la fécondation entre deux gamètes haploïdes**, rassemblant deux génomes d'origine indépendante qui apportent **chacun un lot d'allèles**. Pour chaque paire d'allèles, les séquences de **nucléotides** sont identiques (**homozygotie**) ou différentes (**hétérozygotie**).
- **Lors de la méiose**, des **événements chromosomiques aléatoires** recombinent les allèles de différents gènes : les **crossing-over** (échange de fragments de **chromatides** entre chromosomes homologues en prophase I) et la répartition des chromosomes homologues en anaphase I et des chromatides sœurs en anaphase II. Il en résulte une **diversité des combinaisons génétiques** (génotypes) possibles dans les gamètes.
- La **diversité des gamètes** est d'autant plus élevée que le nombre de gènes à l'état hétérozygote est grand chez les parents. Pour deux paires d'allèles, **deux combinaisons** d'allèles sont possibles si le parent est **double homozygote**, **quatre combinaisons** d'allèles sont possibles s'il est **double hétérozygote**. En général, le nombre de combinaisons est égale à  $2^n$  (avec n, le nombre de gènes à l'état hétérozygote).
- Pour **deux paires d'allèles différents**, **quatre combinaisons d'allèles** dans les gamètes sont possibles : deux combinaisons parentales d'allèles et deux combinaisons de nouvelles d'allèles. Si les **deux gènes** sont **liés** (situés sur le même chromosome), c'est au cours d'une **méiose avec crossing-over** que des gamètes présentant de **nouvelles combinaisons** peuvent se former aux côtés de gamètes avec des combinaisons parentales d'allèles. Les **méioses sans crossing-over** forment uniquement des **gamètes avec des combinaisons parentales d'allèles**. Statistiquement, les méioses avec et sans crossing-over ont autant de chance de se produire, si bien que les gamètes avec des combinaisons nouvelles d'allèles sont **minoritaires**.
- Si les **deux gènes** sont **indépendants** (situés sur des chromosomes différents), il n'y a **pas de crossing-over** possible. Les nouvelles combinaisons d'allèles ont autant de chance de se former que les combinaisons parentales par la **répartition aléatoire des chromatides** au cours des deux divisions de méioses. Les gamètes avec des combinaisons parentales et nouvelles d'allèles sont dans des **proportions équiprobables**.
- Les **rencontres aléatoires** des gamètes lors de fécondation participent au **brasage génétique** à chaque génération.

3

# Les accidents génétiques de la méiose

Idées clés

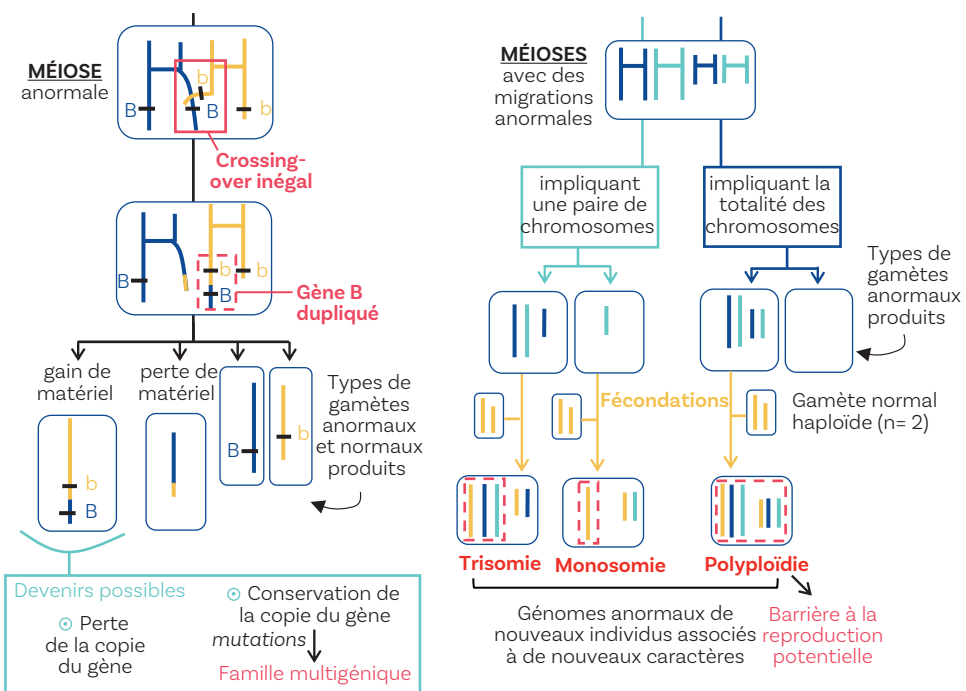
- Les accidents génétiques de la méiose (crossing-over inégaux, migrations anormales de chromatides) sont souvent létaux.
- Ils engendrent parfois une diversification importante des génomes et jouent un rôle essentiel dans l'évolution biologique. Ainsi, des crossing-over inégaux, dupliquant des gènes, peuvent contribuer à la formation de familles multigéniques.
- Des migrations anormales de chromatides, modifiant la ploïdie des gamètes, peuvent contribuer à l'émergence de nouveaux caractères avantageux ou de barrières à la reproduction.



Des pistes pour argumenter

- La diversification du génome suite à une anomalie de migration de chromatides lors de la méiose : présente un exemple de méiose anormale, suivie d'une fécondation, qui permet la production d'un caryotype diploïde anormal. Tu peux appliquer ton schéma à un exemple concret (ex. : syndrome de Klinefelter). > p. 298
- L'importance des familles multigéniques dans le génome : appuie-toi sur l'exemple de la levure eucaryote *S. cerevisiae*, espèce modèle pour laquelle les chercheurs estiment que près de 40 % des gènes codants appartiennent à des familles multigéniques.

Coup d'œil



Duplication génique et famille multigénique

Modification de la ploïdie

- Un **crossing-over inégal** est l'**échange de fragments de chromatides** de tailles différentes entre chromosomes homologues, pouvant se solder par l'ajout d'une **copie de gène surnuméraire** à l'une des deux chromatides impliquées. C'est un processus de **duplication de gène**. Si le gamète porteur de l'anomalie est impliqué dans une fécondation, elle est transmise à la génération suivante.
- La copie de gène peut **disparaître** ou accumuler des mutations qui peuvent **modifier sa fonction**. Ainsi, certaines copies de gènes acquièrent de **nouvelles fonctions** susceptibles d'être à l'origine de **nouveaux caractères** individuels. L'ensemble des gènes issus d'événements successifs de duplication et de mutations à partir d'un gène ancestral constitue une **famille multigénique**.
- Les **migrations anormales de chromatides**, touchant un ou plusieurs chromosomes, forment des **gamètes anormaux**. Impliqués dans des fécondations, ils peuvent entraîner la formation de cellules-œufs avec un **caryotype anormal** (ex. : monosomie ou trisomie, polyploïdie). Ce processus de diversification est à l'origine de **nouveaux caractères**, parfois bénéfiques, mais souvent sources de **troubles pathologiques**. La **polyploïdie**, fréquente chez les végétaux, peut isoler génétiquement deux sous-populations et s'accompagner de l'**émergence d'une nouvelle espèce**.
- Les **organismes polyplloïdes** possèdent plus de deux lots de chromosomes et présentent des **caractères phénotypiques différents** de leurs parents diploïdes. Alors que la situation est courante et viable chez les plantes, elle l'est moins chez les animaux et, dans l'espèce humaine, les zygotes polyplloïdes ne sont **pas viables**. L'état polyplloïde peut **isoler génétiquement** deux sous-populations et s'accompagner de l'émergence d'une **nouvelle espèce**. Par exemple, un **organisme végétal triploïde** ( $3n$ ), stérile car ayant un nombre impair de chromosomes, peut se multiplier par **autofécondation** ou par **multiplication asexuée**. Il peut ainsi fonder une population isolée génétiquement : on parle bien d'une nouvelle espèce.

**myotatique** est la contraction réflexe d'un muscle en réponse à son propre étirement.

**Réponse adaptative, mal-adaptative ou neutre** : modification de l'organisme en réaction à un changement environnemental qui est adaptative si elle améliore sa valeur sélective, mal-adaptative si elle la diminue ou neutre si elle ne la modifie pas.

**Réponse motrice** : modification de l'activité musculaire d'un organisme en réaction à une stimulation.

**Résilience (écologique)** : capacité d'un système biologique (ex. : écosystème, organisme) à se réorganiser de façon à maintenir globalement similaires ses fonctions et sa structure face à une perturbation.

**Respiration cellulaire** : voie métabolique aérobie de production de l'ATP.

**Réticulum sarcoplasmique** : organite de la cellule musculaire contenant des ions  $Ca^{2+}$  susceptible d'être libérés dans le cytoplasme via des canaux calciques à l'arrivée d'un potentiel d'action musculaire.

**Rétrocontrôle (ou rétroaction)** : Contrôle en retour d'une grandeur (ex. : X) par une autre grandeur (ex. : Y) qu'elle contrôle elle-même. Quelle que soit la nature du contrôle de X sur Y, Y exerce un rétro-contrôle soit positif si la hausse de Y a pour effet une hausse de X, soit négatif si la hausse de Y provoque la baisse de X.

**Sarcomère** : unité fonctionnelle des cellules musculaires contractile. Le sarcomère est constitué de filaments fins d'actine et de filaments épais de myosine intercalés.

**Sommations spatiale et temporelle** : processus d'addition, au niveau du corps cellulaire d'un neurone moteur, des variations de potentiels membranaires dendritiques provenant de différentes dendrites (sommation spatiale) et arrivant à différents temps (sommation temporelle).

**Stimulus** : agent externe ou interne, capable de provoquer une réponse motrice ou hormonale chez un organisme (ou une cellule) excitable, à condition d'atteindre une intensité suffisante (seuil).

**Stress aigu** : réponse adaptative de l'organisme à des agents stressants.

**Stress chronique** : réponse mal-adaptative de l'organisme à des agents stressants intenses et/ou persistants.

**Synapse** : jonction entre deux neurones ou entre un neurone et une cellule effectrice. La **synapse**

**neuro-neuronique** est entre deux neurones. La **synapse neuromusculaire** est entre un neurone et une cellule musculaire.

**Synapse excitatrice (ou inhibitrice)** : synapse dont les neurotransmetteurs dépolarisent (ou hyper-polarisent) la membrane post-synaptique.

**Système complexe** : ensemble constitué de nombreuses entités (ex. : individus, voies physiologiques, autres) dont les interactions produisent des caractéristiques globales émergentes, qui ne peuvent être facilement expliquées à partir des seules propriétés individuelles des constituants.

**Système de la mémoire** : réseaux neuronaux impliqués dans l'enregistrement des informations venant d'expériences et d'événements divers, leur conservation et leur restitution.

**Système de récompense** : réseaux neuronaux impliqués dans la sensation de plaisir et dans le renforcement de certains comportements.

**Système limbique** : réseaux neuronaux de structures cérébrales (dont l'amygdale et l'hippocampe) jouant un rôle important dans le comportement, les émotions et la mémorisation.

**Système nerveux** : ensemble des structures assurant la réception, l'intégration, la transformation et la transmission des informations provenant de l'environnement de l'organisme et de lui-même.

**Système nerveux central** : ensemble constitué de l'encéphale et de la moelle épinière. Reçoit et intègre les informations, puis élabore une réponse adaptée.

**Système nerveux périphérique** : ensemble constitué des nerfs rachidiens et crâniens. Fait le lien entre les centres nerveux du système nerveux central et les récepteurs sensoriels ainsi que les effecteurs.

**Train de potentiels d'action** : succession de potentiels d'action se propageant le long d'un axone.

**Vésicule synaptique** : organite cellulaire des neurones contenant des neurotransmetteurs d'un seul type qu'il est capable de libérer dans la fente synaptique par exocytose.

**Voie neuronale (ou voie nerveuse)** : circuit de neurones assurant le transfert d'informations nerveuses.

**Voie physiologique** : succession d'événements, physiques ou chimiques, reliés par des relations causales et qui explique comment une fonction se réalise.

## Crédits iconographiques

**26** : iStock/Yuoak ; **42g** : SPL/Don W. Fawcett ; **42d, reprise 276** : BSIP/Biophoto Associates ; **64g** : AGE/J. M. Barres ; **64d** : SPL/Gerd Guenther ; **66** : BSIP/Visuals Unlimited/Science Vu/B. John ; **98h, b** : Isabelle Veltz ; **106h, b** : Valérie Bosse/UCA ; **118g** : ISM/Johannes Liedler ; **118d** : BSIP/Visuals Unlimited/Biodisc ; **119** : SPL/Omikron ; **161g** : Photo12/Alamy/Natural History Library ; **161d** : Photo12/Alamy/Christopher Burrows ; **166h** : iStock/Kojihirano ; **166b** : iStock/Mikelane45 ; **168** : Stéphane Frayon ; **170** : Hervé Conge ; **220g** : Hervé Conge ; **220d** : SPL/Garry Delong ; **221** : Heuser JE, Reese TS, Structural changes after transmitter release at the frog neuromuscular junction. *J Cell Biol.* 1981 March 88(3):564-80. DOI :10.1083/jcb.88.3.564 ; **222** : J Scekcic-Zahirovic et al, Toxic gain of function from mutant FUS protein is crucial to trigger cell autonomous motor neuron loss, *EMBO J*(2016) 35:1077-1097, DOI 10.15252/embj.201592559 ; **227** : Engel, A. et al. "Ultrastructural localization of the acetylcholine receptor in myasthenia gravis and in its experimental autoimmune model." *Neurology* 27 (1977) : 307 - 307 ; **241g, reprise 245g** : ISM/Johannes Liedler ; **241d, reprise 245d** : Furukawa S., Yamamoto Y., Nakagawa T., Sakaguchi ., Nishi K., An autopsy case of fulminant Type 1 diabetes mellitus with lymphocytes infiltration of the thyroid gland and the pancreas. *Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 2011 ; Vol. 12, No. 1 (January-June 2011)/ ; **243 (4)** : Hervé Conge ; **301** : Merikanto, CC-SA-4.0 ; **317** : Mujer CV, Andrews DL, Manhart JR, Pierce SK, Rumpho ME. Chloroplast genes are expressed during intracellular symbiotic association of *Vaucheria litorea* plastids with the sea slug *Elysia chlorotica*. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1996;93(22):12333-12338. doi :10.1073/pnas.93.22.12333.

**Responsable éditoriale** : Audrey Gérard.

**Suivi éditorial** : Mirna Bousser.

**Assistante d'édition** : Léa Souquet-Basiège.

**Conception couverture et direction artistique** : Studio Humensis, Audrey Hette.

**Maquette intérieure** : Studio Humensis, Audrey Hette  
avec la participation de Charlotte Thomas, Marse et STDI.

**Mise en pages** : STDI.

**Iconographie** : Valérie Delchambre.

**Schémas et infographies** : Laurent Blondel/Corédoc, STDI, Amélie Veaux, Diane Rottner, Thomas Haessig.

**Photogravure et prépresse** : Arthur Caillard, Marine Garguy.

**Fabrication** : Zoé Farré-Vilalta.

La pâte à papier utilisée pour la fabrication du papier de cet ouvrage  
provient de forêts certifiées et gérées durablement.

Imprimé XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

N° d'édition : 03581969-XX – Dépôt légal : août 2021.

