

# THEME1.A : EXPRESSION, STABILITÉ ET VARIATION DU PATRIMOINE GÉNÉTIQUE

## QUELQUES ELEMENTS DE REFLEXION SUR CETTE PARTIE DU PROGRAMME

---

### **Extrait du programme**

« Ce thème s'appuie sur les connaissances acquises en collège et en classe de seconde sur la molécule d'ADN. Il s'agit de comprendre comment la réplication et la mitose permettent une reproduction cellulaire conforme. Toutefois, la fragilité de la molécule d'ADN - notamment lors de la réplication - est source de mutation, cause de variation génétique.

Les mécanismes de transcription et traduction expliquent l'équipement protéique des cellules. »

Cette partie du programme est donc organisée autour de trois axes :

- reproduction conforme de la cellule et réplication de l'ADN
- variabilité génétique et mutation de l'ADN
- expression du patrimoine génétique

Ces trois axes s'inscrivent bien sûr dans la perspective évolutive du thème 1 des programmes de lycée. Si les savoirs mis en place ici s'articulent avec les acquis de troisième et seconde, l'approfondissement est réel et doit aussi s'apprécier au regard du contenu du programme de Terminale S.

Il s'agit de faire comprendre des mécanismes génétiques essentiels dans la construction d'un individu comme dans l'origine de la biodiversité. Ainsi, de la réplication et de la mitose à l'expression génétique, les élèves disposeront d'un niveau de compréhension nécessaire pour aborder d'autres parties du programme (Cf. variation génétique et santé par exemple) comme pour traiter des questions socialement vives. Il est ainsi important de montrer que loin d'une vision « mécaniste » fort réductrice, le fonctionnement génétique présente une part d'aléatoire (mutations, influence de l'environnement, ..) qui aura des conséquences potentiellement notables pour l'individu comme pour l'évolution de la biodiversité. Le fait de traiter de l'expression génétique chez les eucaryotes permet notamment, grâce à l'existence de la maturation des pré ARNm, d'illustrer l'extraordinaire diversité d'expression à partir d'un seul gène.

Enfin, cette partie permet de mettre en œuvre des approches pédagogiques différentes, permettant aux élèves de travailler des compétences multiples : observer à différentes échelles, utiliser des logiciels, analyser des banques de données, etc. On notera que des démarches historiques peuvent être pratiquées pour aborder la réplication comme pour l'élucidation du code génétique, permettant aux élèves de mieux comprendre comment s'élaborent les savoirs dans ce champ scientifique et de réaliser que ces avancées scientifiques sont historiquement récentes.

Pour cette thématique les ressources proposées, bien qu'évoquant un contenu familier et classique, visent à :

- faire le point sur les aspects scientifiques relatifs à ce thème ;
- à renforcer une culture générale sur ces sujets,
- à donner des pistes de travail qui, au-delà de l'enseignement disciplinaire, peuvent contribuer à la réflexion sur le contenu de l'accompagnement personnalisé, des travaux personnels encadrés (cf. **Pistes**).

Autant de dispositifs mis en œuvre au service d'une consolidation de compétences tout à la fois transversales et spécifiques, chez les lycéens, à ce stade-là de la scolarité.

Ainsi, on trouvera des idées d'activités, des supports variés, des documents scientifiques, mais également la bibliographie nécessaire à une appropriation du débat, de la problématique des questions socialement vives. Certaines de ces ressources sont rapidement présentées pour souligner leur intérêt particulier comme des utilisations possibles.

Les supports et activités proposées, comme les éléments de bibliographie et de sitographie listées, cherchent à illustrer, sans recherche d'exhaustivité, l'idée « que la science construit, à partir de méthodes d'argumentation rigoureuses fondées sur l'observation du monde, une explication cohérente de son état, de son fonctionnement et de son histoire. »

# BIBLIOGRAPHIE

---

## 1. OUVRAGES

### Quelques ouvrages de génétique

HARRY M.. Génétique moléculaire et évolutive. Paris : Maloine, 450 p. 2008

KLUG W., CUMMINGS M., SPENCER C. Génétique, 8<sup>e</sup> édition, Pearson/Education, 704 p. 2006

*Les connaissances en génétique abordées à l'échelle moléculaire, à l'échelle des organismes et à celle des populations, dans un contexte historique et éthique. Ouvrage de référence bien documenté : schémas, expériences, textes de référence sur la génétique, l'ADN, l'hérédité et l'évolution. Exercices corrigés.*

LEWIN B 6<sup>ème</sup> édition. **Gènes**. Paris : Flammarion Med, 762 p. 2001

SUZUKI D.T et Coll.. **Introduction à l'analyse génétique**. De Boeck, 350 p.1997.

### Pour les aspects historiques, épistémologiques dans ce domaine, généralement associés à des aventures professionnelles singulières

MONOD J.. **Le hasard et la nécessité « Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne »**. Paris : Le Seuil, 244 p. 1970.

*Essai brillant d'une définition de la vie et d'une lecture de la biologie moléculaire à l'aune de la philosophie des sciences.*

JACOB F. **La logique du vivant « Une histoire de l'hérédité »**. Paris : Gallimard, 354 p.1970.

*Une approche historique de la biologie et une démonstration de la spécificité du vivant.*

JACOB F. **La statue intérieure**. Paris : Odile Jacob Seuil, 364 p.1987.

*Autobiographie d'un homme au parcours atypique devenu chercheur à l'Institut Pasteur et qui porte en lui une « statue intérieure » sculptée depuis l'enfance et modelée, polie durant toute sa vie. Des années de Résistance au prix Nobel de médecine et de physiologie 1965 pour les recherches conjointes avec Jacques Monod et André Lwoff sur l'expression et la régulation des gènes. Connaissance du travail quotidien dans un laboratoire et les échanges entre scientifiques.*

*Pistes possibles en Accompagnement Personnalisé, TPE, entrée dans les problématiques du programme, ouverture culturelle...Ressources sur les fondamentaux de la génétique moderne, croisement avec la philosophie...)*

SCHRODINGER E. **Qu'est ce que la vie - De la physique à la biologie**. Paris ; Points science. 1944.

*Un court ouvrage, mais ayant eu historiquement une influence importante sur l'apparition et le développement de la biologie moléculaire.*

VIGNAIS P., VIGNAIS P. **Science expérimentale et connaissance du vivant : la méthode et les concepts**. EDP sciences, 425 p. 2006.

*Ouvrage remarquable qui traite de l'aspect expérimental de la science depuis l'Antiquité jusqu'à aujourd'hui : des parties passionnantes sur la circulation sanguine et des idées. Mais surtout, il montre en fin d'ouvrage, comment en quelques années, depuis la mise en place du dogme ADN -*

*ARNm -protéine se sont développées toutes les biotechnologies actuelles. Indispensable pour tous les amateurs d'histoire des sciences expérimentales*

**Pistes :** de l'ADN de Watson et Crick aux biotechnologies actuelles.

**Les mousquetaires de la nouvelle biologie.** Dossier *Les génies de la science* n°10, 95 p. ; 2002. ([http://www.lesgeniesdelascience.fr/ewb\\_pages/i/index-genies.php](http://www.lesgeniesdelascience.fr/ewb_pages/i/index-genies.php))

*Les travaux des chercheurs français dans le creuset fécond des années 60. Naissance de la biologie moléculaire en 12 articles.*

**Pistes :** *Connaissance des travaux du groupe Pasteur dans le contexte historique de la compréhension de la nature et des fonctions du gène. Source précieuse de documents scientifiques : schémas et protocoles d'expériences – échanges entre chercheurs. L'implication de quelques généticiens dans la vie sociale et politique de l'époque ; des pistes pour une exploration des filières scientifiques...*

### **Pour des aspects reliés aux questions socialement vives, aux relations sciences et société**

#### **Ouvrages généraux:**

LEGARDEZ A., SIMONNEAUX L L'école à l'épreuve de l'actualité. ESF Ed. 2006.

ALBE, V. Enseigner des controverses. Presses Universitaires de Rennes. Collection PAIDEIA - Éducation, Savoir, Société ; 2009.

#### **Reuves :**

**Research.eu** : magazine de l'espace européen de la recherche.

Généraliste, mise en perspective de la recherche européenne.

Attention, momentanément interrompu, mais les dossiers sont téléchargeables sur [http://ec.europa.eu/research/research-eu/index\\_fr.html](http://ec.europa.eu/research/research-eu/index_fr.html)

**SVT et découvertes des métiers.** 2010. ONISEP ([onisep.fr/equipes\\_educatives](http://onisep.fr/equipes_educatives))

#### **Dossiers et DVD:**

Collectif enseignants. **Maïs et développement durable - Une approche pluridisciplinaire à vocations culturelle, scientifique et pédagogique.** Collectif Arvalis. Institut du végétal. 130 pages + DVD-ROM ; 2009.

*Ensemble documentaire qui propose des fiches de travail pour l'enseignement. La partie relative à la génétique propose des approches scientifiques, fondées sur des faits, des résultats d'expériences. Les éléments fournis n'apporteront pas de réponse définitive aux questions de société, mais il apporte les éléments permettant à chaque citoyen de les opérer sur une base un peu plus éclairée.*

*Des fiches permettent d'aborder les liens existant entre génotype et phénotype, la variabilité génétique du maïs, les OGM.*

**Pistes :** *Travail sur génotype et phénotype, la variabilité génétique, les OGM*

## Ouvrages sur les questions d'éthique biomédicale

BERNARD J. **La bioéthique**. Paris : Dominos, 124 p. 1994.

Président du comité consultatif d'éthique durant 10 ans, l'auteur aborde les différentes questions posées par les progrès de la biologie et de la médecine : révolutions thérapeutiques (recherche clinique, essais thérapeutiques, transplantations, épidémiologies, médecine face à la mort), révolution biologique dans le domaine de procréation et aspect religieux abordés (morale et contraception/insémination artificielle /diagnostique prénatale) dans le domaine de la maîtrise de l'hérédité, domaine de la maîtrise du système nerveux

Ouvrage de référence pour qui s'intéresse aux relations sciences société.

CHANGEUX JP. **Jean Bernard, père de la bioéthique**. 2006. [http://www.academie-sciences.fr/membres/in\\_memoriam/notice\\_pdf/hommage\\_Jean\\_Bernard\\_Changeux.pdf](http://www.academie-sciences.fr/membres/in_memoriam/notice_pdf/hommage_Jean_Bernard_Changeux.pdf)

Hommage à Jean Bernard. Le discours permet d'appréhender les fondements de la bioéthique au travers la pensée du chercheur, médecin, homme de sciences et profondément humaniste.

BENOIT-BROWAEYS D. **La bioéthique**. Toulouse : Milan 65 p. 1995.

Vue exhaustive et complète résumant les différentes questions et problèmes soulevés par la maîtrise de nouveaux outils en médecine sont abordés à travers les aspects législatifs, politiques, philosophiques.

Ouvrage de référence, il peut servir à la mise en œuvre de débats, à la sensibilisation aux problèmes soulevés dans ce domaine.

OLIVENNES F., HAZOUT A., FRYDMAN R. **Assistance médicale à la procréation**. Paris : Masson Collection abrégé, 240 p. 2006.

Abrégé qui présente toutes les techniques d'assistance à la procréation et également des considérations psychologiques et éthiques. Utile pour les enseignants

**Questions de Bioéthique** Fiches pédagogiques. Belin, Conseil de l'Europe.

Tout pour animer un débat en classe, notamment sur les tests génétiques, le clonage.

## Articles :

Nau JY. **Gènes, éthiquement vôtre**. *Le monde Dossiers et document*, n°378, dossier génétique. 2008.

Différents points de la bioéthique traités en abordant l'impact sociétal, décryptage du génome /brevet du vivant test génétique immigration, limites de l'utilisation des cellules souches et traitement de maladies, clonage et limites de son usage dans le domaine agroalimentaire et dopage, révision institutionnelle de la bioéthique.

**Pistes** : traitement médiatique des questions de génétique, débats, sensibilisation

Prieur C., Chemin A., Benkimoun P. **La bioéthique, la loi la morale le débat**. *Le monde* 10 juin 2009, pp17-20. 2009.

Dans le cadre de la future révision des lois relatives à la bioéthique, six questions sont abordées (gestation pour autrui/aide médicale à la procréation / autoriser la recherche sur les cellules souches / étendre le diagnostic préimplantatoire,/lever l'anonymat des dons de gamètes/ mieux encadrer l'accès aux tests génétiques).

**Pistes** : traitement médiatique des questions de génétique, débats, sensibilisation

KAHN A., MORIN E. **Les enjeux éthiques de la génétique ou la génétique.**

[http://www.lemonde.fr/savoirs-et-connaissances/article/2003/08/28/axel-kahn-et-edgar-morin-les-enjeux-ethiques-de-la-genetique-ou-la-genethique\\_331909\\_3328.html](http://www.lemonde.fr/savoirs-et-connaissances/article/2003/08/28/axel-kahn-et-edgar-morin-les-enjeux-ethiques-de-la-genetique-ou-la-genethique_331909_3328.html)

Collectif. **L'empire des gènes.** Sciences et avenir Hors série. 83 p. 2003.

Fox Keller E. **Génome, postgénomique, Quel avenir pour la biologie ?** La Recherche, n°376, 98 p. 2004.

Nielsen P. **Une nouvelle molécule de la vie, l'hybride ADN-protéine.** Pour la Science, n°378, 104 p. 2009.

Collectif. **Médecine et Nanotechnologies.** Pour la Science n°25, 98 p. 2010.

*Pistes : puces à ADN etc...*

## SITOGRAPHIE

---

### 2. DOCUMENTATION GENERALE

#### **Site des différents organismes, instituts et agences de recherche :**

Des sites riches en dossiers, publications thématiques, actualités scientifiques....

**Académie des sciences :** <http://www.academie-sciences.fr/>

en particulier sur l'actualité scientifique

*La lettre de l'académie* [http://www.academie-sciences.fr/publications/lettre/lettre\\_anciens\\_numeros.htm](http://www.academie-sciences.fr/publications/lettre/lettre_anciens_numeros.htm)

**CEA :** <http://www.cea.fr/> et [http://www.cea.fr/jeunes/themes/les\\_sciences\\_du\\_vivant](http://www.cea.fr/jeunes/themes/les_sciences_du_vivant)

**CEMAGREF :** <http://www.cemagref.fr/actualites>

**CIRAD :** <http://www.cirad.fr/>

**CNRS :** <http://www.cnrs.fr/>

**INSTITUT PASTEUR :** [www.pasteur.fr](http://www.pasteur.fr)

Communiqués de presse Articles scientifiques en ligne Bibliographie Source documentaire: biographie de chercheurs, articles scientifiques : en amorce d'un cours sur la synthèse des protéines, la réplication de l'ADN ...

**INRA :** [http://www.inra.fr/la\\_sciences\\_et\\_vous](http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous)

**INRIA :** <http://www.inria.fr/innovation/sante-sciences-de-la-vie-biotechnologie>

**INSERM** : <http://www.inserm.fr/>

**IRD** : <http://www.ird.fr/>

**Union européenne** : [http://ec.europa.eu/research/era/index\\_fr.htm](http://ec.europa.eu/research/era/index_fr.htm)

site de l'espace européen de la recherche, des dossiers, une publication : **Research eu**; magazine de l'espace européen de la recherche. Généraliste, mise en perspective de la recherche européenne. Attention, momentanément interrompue, dossiers téléchargeables

### **Sites de type "cours"**

<http://www.medecine.unige.ch/enseignement/dnaftb/19/concept/index.html> : sur la découverte de la structure de l'ADN. Ce site est par ailleurs remarquable et balaye l'ensemble de la génétique. Il est en français.

### **Autres**

<http://ead.univ-angers.fr/~jalouzot/genetique/courshtm/chap2/chap2-3.htm>

<http://www.inrp.fr/Acces/biotic/genetic/adn/html/points3.htm>

### **En anglais...**

<http://learn.genetics.utah.edu/>

Le site de l'université d'Utah pour apprendre la génétique Pour les activités de clonage (click and clone Mimi), d'étude des cellules souches (stem cells).

<http://www.eibe.info>

Un site européen propose des activités de biotechnologies dans de nombreuses langues

[http://nobelprize.org/educational\\_games](http://nobelprize.org/educational_games)

Le site des prix Nobel avec des jeux éducatifs , des activités sur la double hélice (DNA), le cycle cellulaire (control of the cell cycle), la PCR, les organites...

<http://www.hhmi.org/biointeractive>

Un site interactif de biologie virtuel

### **Sites proposant des illustrations en biologie cellulaire, biologie moléculaire**

**Jussieu** <http://www.jussieu.fr/> Animations sur la génétique, la biologie moléculaire ...

En illustration de cours et TP sur la synthèse protéique et le fonctionnement cellulaire

**École centrale Marseille** <http://www.johnkyrk.com/index.fr.html> éd. Dr.Leclaire –Biologie cellulaire en animation : mitose, méiose, transcription, traduction

En illustration des cours et TP : des animations de la biologie cellulaire de qualité (mitose, méiose, structure et réplication de l'ADN ...)

### **sur la mitose**

**Caen (site académique)**

<http://www.discip.crdp.ac-caen.fr/svt/cgaulsvt/travaux/animatio/mitmeio/tpmitose.htm>

Jussieu <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Mitose/55schema24.htm>

sur la réplication de l'ADN

Planète gène : <http://www.planetegene.com/view/replication-de-l-adn>

Rennes (site académique)

[http://espace-svt.acrennes.fr/cartelec/cartelec\\_lyc/premiere\\_s/vegetal/adn/replic1.htm#animation](http://espace-svt.acrennes.fr/cartelec/cartelec_lyc/premiere_s/vegetal/adn/replic1.htm#animation)

sur la PCR

Jussieu : <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/PCR/index.htm>

ENS Lyon : <http://www.ens-lyon.fr/RELIE/PCR/principe/anim/presentation.htm>

**De nombreux sites, proposant des articles pour une initiation au débat, la mobilisation de connaissances, l'ouverture aux métiers, filières scientifiques**

**Colloque Bioéthique**

<http://eduscol.education.fr/pid25132/colloque-bioethique.html>

**Argumentation sur des questions socioscientifiques.**

[http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/23947/DIDASKALIA\\_2005\\_27\\_79.pdf?sequence=1](http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/23947/DIDASKALIA_2005_27_79.pdf?sequence=1)

« Enseigner des questions socioscientifiques controversées pour permettre aux élèves de participer aux débats sur ces questions est un enjeu essentiel aujourd'hui et un défi difficile à relever. Le but de cette recherche est d'analyser les possibilités d'amélioration des capacités argumentatives d'élèves de niveau baccalauréat dans le cadre d'un dispositif de formation centré sur une analyse de textes divergents, traitant de questions socio-scientifiques controversées. »

<http://www.nature.com/embor/journal/v10/n2/full/embor2008254.html>

Site de publication d'articles scientifiques, en anglais, sur des thèmes de recherche de biologie cellulaire, des thèmes relatifs aux questions « socioscientifiques »

En particulier : genomics in school :

<http://www.nature.com/embor/journal/v10/n2/full/embor2008254.html>

**Thérapie génique**

[http://www.afm-france.org/ewb\\_pages/p/piste-therapeutique-chirurgie-genes.php](http://www.afm-france.org/ewb_pages/p/piste-therapeutique-chirurgie-genes.php)

Site de l'Association Française contre les Myopathies (AFM) qui présente grâce à des animations commentées la chirurgie du gène et ses modalités. L'élève prendra conscience que plus les mécanismes sur la synthèse des protéiques seront connus meilleure sera l'efficacité de la thérapie génique (ainsi que les thérapies innovantes, ARN antisens ...).

**Transcription, traduction et antibiotiques**

<http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/penicilline/penicilline.htm>

La pénicilline. Découverte d'un antibiotique. Un dossier très complet qui présente une intéressante approche historique. L'article permet d'introduire une notion fondamentale : l'essentiel des antibiotiques utilisés de nos jours appartient à quelques classes chimiques découvertes dans les



années 1940-1960. Généralement, ces substances inhibent la synthèse des protéines de la bactérie, ou de sa paroi

<http://www.123bio.net/cours/antibio/modedaction.html>

Le site Internet **123bio.net** met en ligne des informations sur les modes d'action des antibiotiques (cours de biologie à destination des lycéens et des étudiants).

<http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=1039>

Le dossier « résistances aux antibiotiques » sur ce site d'information sur l'actualité des sciences et des techniques) permet d'aborder « La résistance aux antibiotiques » par les microorganismes. Elle est basée sur l'échange de gènes de résistances (transfert horizontal) entre les bactéries. Ces gènes de résistances peuvent aboutir à différents types de mécanismes de résistance.

### **Les organismes génétiquement modifiés (OGM)**

<http://www.ogm.gouv.fr/>

Ce site interministériel répond aux interrogations les plus fréquentes. L'enseignant (ou l'élève) peut consulter les fiches thématiques (*en savoir plus*), les dossiers sur la réglementation, les expérimentations en cours ou à venir, et la mise sur le marché européen.

<http://www.ogm.org/>

Site réalisé par les professionnels des semences et de la protection des cultures qui présente à peu près toutes les utilisations possibles des OGM. L'enseignant (ou l'élève) trouvera un lien très utile « *ils ont dit* » dans lequel des avis d'agriculteurs, d'associations de consommateurs, de scientifiques renommés sont mentionnés. De plus la partie réglementation est très claire.

### **Les nanotechnologies**

<http://cnano.fr/>

Site présentant les objectifs des 6 centres nationaux de compétences en nanosciences. Il apporte des informations sur le développement des nanotechnologies et leurs éventuelles applications, permettant de nourrir, par exemple un débat sur les nanotechnologies.

### **Par institutions :**

#### **INSERM : dossiers d'information, réflexions sur les enjeux de la recherche scientifique**

<http://www.inserm.fr/thematiques/bases-moleculaires-et-structurales-du-vivant/enjeux/enjeux-scientifiques-et-medicaux>

<http://www.inserm.fr/thematiques/genetique-genomique-et-bioinformatique/dossiers-d-information>

#### **CIRAD : des dossiers thématiques, un système d'information collaborative**

<http://www.cirad.fr/actualites/toutes-les-actualites/articles/2010/science/baobabs-une-sexualite-debridee>

<http://www.plantnet-project.org/papyrus.php>

#### **CEA : de nombreux dossiers, notamment à destination d'un public jeune**

[http://www.cea.fr/jeunes/themes/la\\_radioactivite/l\\_homme\\_et\\_les\\_rayonnements](http://www.cea.fr/jeunes/themes/la_radioactivite/l_homme_et_les_rayonnements)

<http://www-dsv.cea.fr/dsv/la-dsv/toute-l-actualite/en-direct-des-labos/sida-vers-un-vaccin-a-adn2>

[http://www.cea.fr/videos/metiers/biologie\\_etude\\_de\\_l\\_adn\\_malade](http://www.cea.fr/videos/metiers/biologie_etude_de_l_adn_malade)

## **CNRS**

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doscel/decouv/norm/global.htm>

Questions actuelles soulevées par la thérapie cellulaire et le clonage

Définition du clonage//clonages reproductif et thérapeutique/différentes techniques de clonage /difficultés pour maîtriser la différenciation cellulaire et la question éthique.

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doscel/imgAr/cinetheq/cellFilm/embryon.htm>

Film présentant en 2003 les problèmes éthiques soulevés par l'utilisation ou la destruction des embryons surnuméraires. Avis divergents des membres du comité d'éthique. Images animées de la fécondation in vitro