



Biotechnologies

Classe de seconde,
enseignement technologique optionnel

Sommaire

Préambule	3
▪ <i>Les biotechnologies : une discipline d'avenir</i>	3
▪ <i>Les biotechnologies au lycée</i>	3
▪ <i>Un enseignement optionnel qui favorise l'initiative pédagogique</i>	4
▪ <i>Un enseignement qui permet de mieux se projeter dans des poursuites d'études</i>	5
Les différents champs de découverte	6
▪ <i>Champ 1 : Immersion dans le monde des biotechnologies</i>	6
▪ <i>Champ 2 : Le laboratoire de biotechnologies, un environnement de travail à découvrir</i>	8
▪ <i>Champ 3 : Mieux se connaître grâce aux biotechnologies pour mieux définir son projet d'études supérieures</i>	9
▪ <i>Champ 4 : Les biotechnologies, une porte ouverte sur la citoyenneté</i>	10
Annexe.....	12

Préambule

Les biotechnologies : une discipline d'avenir

Les biotechnologies combinent de nombreuses disciplines scientifiques appliquées et fondamentales dans les domaines de **l'environnement, la santé, la recherche et l'industrie**. L'OCDE¹ les définit comme étant « un domaine d'études et d'applications valorisant le vivant à des fins utiles à l'être humain en produisant des connaissances, des biens ou des services ».

Mobilisées par l'Homme dès l'Antiquité, elles ont sans cesse été réinventées avec l'enrichissement de la connaissance des mécanismes du vivant, conduisant à de multiples avancées technologiques.

Les biotechnologies offrent un extraordinaire potentiel d'innovation pour l'Homme au sein de son environnement et représentent un important **enjeu économique**. Elles soulèvent de nombreuses **questions éthiques** parce qu'elles concernent la société et engagent le citoyen. À ce titre, elles doivent donc être appréhendées dans toute leur complexité, à la fois scientifique, technologique et sociétale.

Les biotechnologies au lycée

L'enseignement optionnel de biotechnologies en seconde propose de faire découvrir les différents **domaines d'application, les pratiques au laboratoire** et les **secteurs d'activités professionnelles**. Sans être obligatoire pour choisir la série STL-biotechnologies, cet enseignement préfigure celui de la classe de 1^{re} STL-biotechnologies. Les contenus scientifiques et technologiques, les pratiques pédagogiques y sont en effet emblématiques de l'enseignement de biotechnologie de cette série.

Expérimentales par essence, les biotechnologies supposent une mise en œuvre pratique. De nombreuses activités proposées dans ce programme doivent être réalisées au laboratoire et sont signalées par le logo .

Dans un monde où l'outil informatique et les réseaux sociaux occupent une place de plus en plus importante, le numérique fait logiquement partie intégrante de cet enseignement afin :

- d'**accéder au savoir** (consultation de sites ...) ;
- de s'approprier des **outils de traitement des données** (bio-informatique, tableur-grapheur, traitement de texte ...) ;
- de mettre en œuvre des **pratiques collaboratives** (partage de résultats expérimentaux ...).

¹ Organisation de Coopération et de Développement Économiques.

Le logo  illustre les activités dans lesquelles le numérique doit être particulièrement mobilisé.

L'enseignement optionnel de biotechnologies vise l'acquisition d'attitudes transversales qui contribuent à développer la citoyenneté de chaque élève :

- **savoir se comporter** dans un laboratoire de biotechnologies en respectant les bonnes pratiques de laboratoire,
- **s'intéresser à des questions de société** en s'interrogeant sur des problématiques liées aux biotechnologies,
- **s'interroger sur une problématique scientifique** en développant ses capacités de raisonnement,
- **développer son sens critique** en s'interrogeant sur la validité des résultats expérimentaux,
- **savoir partager** ses expériences et ses questions en contribuant à l'avancée collective des connaissances.

Un enseignement optionnel qui favorise l'initiative pédagogique

Le programme de l'enseignement de biotechnologies est conçu en quatre champs de découverte que l'enseignant combine pour construire ses activités pédagogiques.

Champ de découverte	Objectif
Champ 1 : Immersion dans le monde des biotechnologies	Découvrir les domaines d'application des biotechnologies et le sens du vocabulaire spécifique associé.
Champ 2 : Le laboratoire de biotechnologies, un nouvel environnement de travail	Découvrir les spécificités d'un laboratoire de biotechnologies et du matériel qui s'y trouve, ainsi que la démarche d'analyse des risques, préalable à toute manipulation de biotechnologies.
Champ 3 : Mieux se connaître grâce aux biotechnologies pour mieux définir son projet d'études supérieures	Reconnaître ses aptitudes pour se projeter dans des poursuites d'études ambitieuses. Tester ses appétences en lien avec les métiers des biotechnologies.
Champ 4 : Les biotechnologies, une porte ouverte sur la citoyenneté	Développer un comportement citoyen adapté et une attitude responsable lors des activités au laboratoire de biotechnologies.

À l'issue de la formation, l'élève doit avoir exploré différentes thématiques et chacun des quatre champs de découverte. Les activités technologiques recensées dans le programme sont indiquées à titre de propositions et ne doivent pas obligatoirement être toutes mises en œuvre. D'autres activités peuvent éventuellement être mobilisées dans la mesure où elles répondent aux objectifs de cet enseignement.

Pour les différents **objectifs** et au travers des **activités réalisées par les élèves**, ces derniers **utilisent un nouveau lexique essentiellement scientifique et technologique**.

Dans la colonne correspondant au lexique, la mise en relation de deux mots par une barre oblique entend attirer l'attention sur le risque de confusion possible par les élèves et la nécessité d'en **distinguer explicitement le sens**.

Le professeur est encouragé à :

- utiliser les **ressources locales** en prenant appui sur les cursus de formation proposés par l'établissement et le tissu professionnel local en lien avec les biotechnologies,
- diversifier **les approches pédagogiques** en pratiquant notamment le **déplacement de fonction** pour stimuler l'envie d'apprendre (créativité du bio-art,...),
- exploiter le potentiel pédagogique **du numérique** et montrer son importance dans les biotechnologies.

Les activités peuvent être complétées par des **visites de laboratoires** du secteur des biotechnologies, des **visites d'entreprises**, des **conférences**, des **rencontres avec des professionnels**. Ces activités sont repérées dans le programme par le logo .

Les productions pédagogiques et les travaux d'élèves sont notamment valorisées par une présentation écrite ou orale, par la participation à des concours, ou par des partenariats noués avec des associations.

Un enseignement qui permet de mieux se projeter dans des poursuites d'études

En explorant différents domaines des biotechnologies, les élèves apprennent à **discerner leurs aptitudes, découvrir leurs appétences et exprimer leurs points forts** pour se projeter dans des poursuites d'études et élaborer leur parcours.

L'encadré « **Diplômes visés après des études supérieures en biologie** » (en annexe de ce document) illustre la diversité des offres de formation en biotechnologies ou biologie-santé conduisant à des diplômes de niveaux différents de qualification. Visées après un baccalauréat général ou technologique, **ces formations supérieures diplômantes en biologie sont implantées en lycées, dans les universités ou en écoles supérieures spécialisées**.

L'accès à certaines écoles peut nécessiter une poursuite d'étude en classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) de type Technologie- Biologie (TB) ou Adaptation pour les Techniciens Supérieurs (ATS).

Les différents champs de découverte

Champ 1 : Immersion dans le monde des biotechnologies

Conduites en laboratoires d'analyses ou de recherche et développement dans les domaines **médical, pharmaceutique, agroalimentaire, environnement ou cosmétique**, les biotechnologies offrent des savoirs et des savoir-faire qui s'enrichissent mutuellement au service de la santé humaine ou animale et de la préservation de l'environnement.

Au travers d'activités qui peuvent être choisies parmi celles proposées ci-dessous, l'enseignant fait appel à **au moins deux domaines** parmi **l'environnement, les bio-industries, la santé, le génie génétique** ou le **bio-Art**. Il est amené à **mobiliser le vocabulaire scientifique et technologique** associé.

Domaines	Objectifs	Notions associées	Propositions d'activités technologiques
Bio-Art	Utiliser le vivant pour créer un objet artistique et découvrir le vocabulaire utile en microbiologie	<ul style="list-style-type: none"> – Culture de microorganismes – Milieux d'isolement – Indicateur coloré de pH – Caractères biochimiques – Bactéries/Colonies bactériennes 	 Production d'une œuvre originale artistique : kombucha, agar Art  Publication des travaux Concours de photographies dans le lycée, blogs, réseaux sociaux, journal en ligne, sites internet institutionnels
Environnement	Mettre le vivant au service du développement durable	<ul style="list-style-type: none"> – Observation microscopique – Biodiversité – Microorganismes – Dépollution biologique 	 Visite d'une station d'épuration  Étude de la pollution - dépollution des eaux et des sols  <ul style="list-style-type: none"> – Analyse d'une eau de rivière – Réalisation d'une mini station d'épuration – Encapsulation d'algues pour dépolluer une eau – Recherche de phages dans des boues d'épuration

			 <p>Participation à des projets de développement durable avec des partenaires extérieurs dont des acteurs locaux (commune, département, région, associations agréées...)</p>
Bio-industries	Utiliser le vivant à des fins de production certifiée	<ul style="list-style-type: none"> – Fermentation microbienne – Contrôle qualité – Analyse qualitative et quantitative 	 <p>Production d'aliments fermentés</p> <ul style="list-style-type: none"> – Impact des paramètres biologiques et physicochimiques sur une production  <p>Contrôle de matière première pour garantir une qualité de production ou du produit fini</p>  <p>Visite d'entreprise, travail avec un mentor industriel</p>
Santé	Mesurer les paramètres du vivant à des fins de diagnostic, de traitement ou de prévention	<ul style="list-style-type: none"> – Culture en milieu sélectif – Dosage d'un paramètre biologique – Cellules nucléées et anucléées – Valeurs physiologiques de référence 	 <p>Analyse quantitative des constituants biochimiques d'intérêt diagnostique</p> <ul style="list-style-type: none"> – Dosage spectrophotométrique  <p>Analyse qualitative d'un frottis sanguin</p> <ul style="list-style-type: none"> – Observation comparée d'une hématie et d'un leucocyte  <p>Étude d'une infection bactérienne</p> <ul style="list-style-type: none"> – Culture d'un produit polymicrobien sur milieu sélectif – Orientation d'un diagnostic bactériologique
Génie génétique et recherche	Modifier ou caractériser le vivant au niveau moléculaire	<ul style="list-style-type: none"> – Séparation de molécules – ADN – Protéine – Transformation bactérienne – Plasmide 	 <p>Extraction et caractérisation d'une molécule d'intérêt</p> <ul style="list-style-type: none"> – Electrophorèse d'ADN – Chromatographie de protéines  <p>Transformation d'un microorganisme</p>  <p>Modélisation moléculaire</p> <ul style="list-style-type: none"> – Visualisation à l'aide de représentations 2D ou 3D – Utilisation de sites de bio-informatique

Champ 2 : Le laboratoire de biotechnologies, un environnement de travail à découvrir

Le laboratoire de biotechnologies est un nouvel espace de travail que les élèves de seconde doivent s'approprier. Son **organisation**, le **matériel spécifique** qui s'y trouve, ainsi que les modalités de déplacement en autonomie dans le laboratoire doivent être explicités.

Parce que **les biotechnologies ont une dimension expérimentale**, il est indispensable de sensibiliser les élèves à la **démarche de prévention des risques**. Dans le cadre des activités technologiques mises en œuvre avec les élèves, l'enseignant doit permettre à l'élève d'atteindre les trois objectifs de ce champ.

Objectifs	Notions associées	Propositions d'activités au laboratoire
Appréhender les spécificités du laboratoire de biotechnologies	<ul style="list-style-type: none"> — Poste de travail — Paillasse désinfectable — Micropipettes à piston — Microscope optique — Incubateur thermostaté — Équipement de protection 	<p>Visite de laboratoire de biotechnologies</p> <ul style="list-style-type: none"> — Laboratoire de préparation — Laboratoire d'entreprises ou de recherche <p>Mise en évidence des spécificités du laboratoire de biotechnologies au lycée</p> <ul style="list-style-type: none"> — Comparaison des équipements et de l'organisation d'un laboratoire de biotechnologies avec une salle de travaux pratiques — Repérage des éléments de protection collectifs dans le laboratoire
S'engager dans une démarche d'analyse du risque	<ul style="list-style-type: none"> — Danger/Risque — Classes de microorganismes — Pictogrammes — Mentions de danger — Équipements de protection collectifs/individuels — Règles de prévention — Déchet ordinaire/déchet spécifique au laboratoire 	<p>Distinction risque et danger</p> <ul style="list-style-type: none"> — Recensement des dangers et identification des risques dans un laboratoire de biotechnologies <p>Mise en évidence de l'importance des mentions de danger</p> <ul style="list-style-type: none"> — Comparaison de l'information apportée par les mentions de danger pour des réactifs portant le même pictogramme <p>Analyse <i>a priori</i> du risque de l'activité proposée et argumentation du choix des moyens de prévention</p> <ul style="list-style-type: none"> — didapages ressources 3RB (réseau ressources risques biologiques) ou du site de L'INRS (Institut National de Recherche sur la Sécurité).

	<ul style="list-style-type: none"> – Désinfection – Procédure – Autoclave 	 <p>Analyse comparée d'un déchet ordinaire et d'un déchet spécifique au laboratoire Contrôle de l'efficacité des procédures de prévention</p> <ul style="list-style-type: none"> – Procédure de lavage des mains – Procédure de désinfection d'une surface
Autorisation et risque calculé	<ul style="list-style-type: none"> – Réglementation 	  <p>Découverte d'un cadre réglementaire</p> <ul style="list-style-type: none"> – Explication de quelques points du cadre réglementaire

Champ 3 : Mieux se connaître grâce aux biotechnologies pour mieux définir son projet d'études supérieures

Cet enseignement optionnel permet à l'élève de **découvrir les formations et les métiers** associés au domaine des biotechnologies et de la biologie en général. Il implique la réalisation d'un **travail collectif** accompagné par l'enseignant, ou par un professionnel du secteur.

Sa communication au-delà de l'espace-classe favorise le **développement de compétences sociales** et le repérage par chaque élève de ses **propres aptitudes et appétences**.

Objectifs	Lexique associé	Propositions d'activités technologiques
<p>Construire son projet d'orientation en identifiant ses aptitudes</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Compétences sociales – Aptitudes individuelles 	  <p>Réalisation d'un travail collectif en vue d'une production Valorisation et présentation d'une production</p> <ul style="list-style-type: none"> – en participant à des concours – en communiquant, par écrit ou à l'oral, au sein du lycée et auprès des parents d'élèves ou des partenaires
<p>Découvrir les métiers et les parcours de formation pour se projeter dans l'avenir</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Domaines des biotechnologies – Métiers – Parcours de formation 	  <p>Mentorat d'un projet par un professionnel, un ancien élève.</p> <p>Découverte de la diversité des métiers de biotechnologies</p> <ul style="list-style-type: none"> – stage d'observation en milieu professionnel ou classe post-bac sur la base du volontariat – Échange avec un professionnel et recherche documentaire

		 <p>Identification des poursuites d'études associées</p> <ul style="list-style-type: none"> — Utilisation accompagnée de MOOC, site ou outils numériques d'aide à l'orientation — Organisation d'un forum des métiers des biotechnologies dans le cadre des semaines de l'orientation
--	--	---

Champ 4 : Les biotechnologies, une porte ouverte sur la citoyenneté

Par les activités mises en œuvre dans un laboratoire de biotechnologies, l'élève acquiert une **démarche d'analyse des risques** qui le conduit à adopter une **attitude responsable envers autrui et soi-même**. Elles favorisent également le développement d'une **réflexion critique** permettant de **distinguer science et croyance**.

L'enseignement de biotechnologies, prenant appui sur une thématique de société par la **mise en œuvre d'un projet collectif** ainsi qu'au travers des **exigences liées à l'expérimentation au laboratoire** de biotechnologies, favorise la **construction de valeurs civiques**.

Les objectifs et les activités visés dans ce champ sont à croiser avec ceux des autres champs, chaque fois que cela est possible.

Objectifs	Lexique associé	Propositions d'activités technologiques
Adopter une posture responsable vis-à-vis de soi, des autres et de l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> — Autonomie — Confiance — Responsabilité — Attitude réflexive 	 <p>Acquisition progressive d'une réflexion et d'une autonomie gestuelle et organisationnelle</p> <ul style="list-style-type: none"> — Organisation du poste de travail — Rédaction d'un plan de travail — Gestion des déchets de façon raisonnée — Démarche d'évaluation des risques — Respect d'une procédure
Travailler de façon collaborative sur un projet scientifique et technologique	<ul style="list-style-type: none"> — Écoute — Opinion / fait / théorie / démonstration — Argumentation — Valorisation — Communication 	 <p>Participation à des projets d'actualité concernant le citoyen</p>  <p>Mobilisation du numérique éducatif pour travailler en équipe</p> <ul style="list-style-type: none"> — Travail collaboratif — Publication écrite ou orale à l'attention d'un public non initié (réseaux sociaux, blogs, sites institutionnels ...)

Développer une réflexion critique	<ul style="list-style-type: none"> – Subjectivité/objectivité – Doute cartésien – Erreur – Opinion / échanges de points de vue – Argumentation 	<ul style="list-style-type: none">  Réalisation d'observations sans <i>a priori</i>  Utilisation de l'erreur comme levier d'apprentissage  Confrontation au réel <ul style="list-style-type: none"> – Comprendre le rôle d'un témoin – Confrontation d'un résultat expérimental à une prévision, un préjugé, une idée reçue ou une information erronée
Interroger la dimension éthique des innovations technologiques en biologie	<ul style="list-style-type: none"> – Bioéthique – Complexité du vivant – Questions de société : sciences et vulgarisation scientifique 	<ul style="list-style-type: none">  Réflexions éthiques sur les innovations technologiques <ul style="list-style-type: none"> – Exploitation des contextes des expériences historiques – Élaboration d'une carte heuristique pour décrypter un article de vulgarisation scientifique – Rôle de la médiatisation de l'information scientifique

Annexe :

Diplômes visés après des études supérieures en biologie

Brevets de Techniciens Supérieurs (BTS)

- *BTS Analyses de biologie médicale*
- *BTS Bio-analyses et contrôles*
- *BTS Biotechnologies*
- *BTS Métiers de l'esthétique-cosmétique-parfumerie*
- *BTS Diététique*
- *BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries*
- *BTS Métiers de l'eau*
- *BTS Métiers des services à l'environnement*
- *Et plusieurs spécialités de BTS agricoles*

Diplômes universitaires technologiques génie biologique

- *Analyses biologiques et biochimiques*
- *Agronomie*
- *Diététique*
- *Génie de l'environnement*
- *Industrie alimentaire et biologique*
- *Bio-informatique*

Diplômes de techniciens supérieur (DTS) imagerie médicale et radiologie thérapeutique (IMRT)

Diplômes universitaires (licence, licence pro, master, master pro, doctorat)

Diplômes médicaux et paramédicaux

Diplômes d'ingénieur en agronomie, en qualité, en production

Diplôme vétérinaire