

Annexe

## **Programme d'enseignement optionnel de biotechnologies de seconde générale et technologique**

---

Sommaire

### **Préambule**

Les biotechnologies : une discipline d'avenir

Les biotechnologies au lycée

Un enseignement optionnel qui favorise l'initiative

### **Les différents champs de découverte**

Champ 1 : immersion dans le monde des biotechnologies

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

Champ 3 : définir son projet de formation et découvrir des métiers

Champ 4 : les biotechnologies, un exercice de la responsabilité civique


## Préambule

### Les biotechnologies : une discipline d'avenir

L'Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE) définit les biotechnologies comme « 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. Les biotechnologies combinent de nombreuses disciplines scientifiques appliquées et fondamentales dans les domaines de l'environnement, la santé, la recherche et l'industrie. À ce titre, elles doivent 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 l'enseignement de spécialité de biotechnologies de la série Sciences et techniques de laboratoire, cet enseignement préfigure celui de cette spécialité par ses contenus scientifiques et technologiques, et ses pratiques pédagogiques.

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 symbole .

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 que l'élève :

- accède aux informations (par la consultation de sites, notamment) ;
- s'approprie des outils de traitement des données (bio-informatique, tableur-grapheur, traitement de texte, etc.) ;
- mette en œuvre des pratiques collaboratives (par exemple, par le partage de résultats expérimentaux, etc.).

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

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

L'enseignement optionnel de biotechnologies vise l'acquisition d'attitudes transversales qui contribuent à développer la responsabilité civique 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 envisageant des problématiques liées aux biotechnologies ;
- s'interroger sur une problématique scientifique en développant ses capacités de raisonnement ;
- développer son sens critique en questionnant la validité des résultats expérimentaux ;

- savoir partager ses expériences et ses questions en contribuant à l'avancée collective des connaissances.

Cet enseignement contribue au développement des compétences orales à travers notamment la pratique de l'argumentation. Celle-ci conduit à préciser sa pensée et à expliciter son raisonnement de manière à convaincre.

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

## Un enseignement optionnel qui favorise l'initiative

Le programme de biotechnologies est conçu en quatre champs de découverte que le professeur combine pour construire son enseignement.



Champ de découverte	Objectif
<b>Champ 1 : Immersion dans le monde des biotechnologies</b>	Découvrir les domaines d'application des biotechnologies et le sens du vocabulaire spécifique associé.
<b>Champ 2 : Le laboratoire de biotechnologies, un nouvel environnement de travail</b>	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.
<b>Champ 3 : Définir son projet de formation et découvrir des métiers</b>	Reconnaître ses aptitudes pour se projeter dans des poursuites d'études ambitieuses. Tester ses appétences en lien avec les métiers des biotechnologies.
<b>Champ 4 : Les biotechnologies, un exercice de la responsabilité civique</b>	Développer un comportement responsable lors des activités au laboratoire de biotechnologies.

Au terme de cet enseignement, l'élève doit avoir exploré plusieurs domaines 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.

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 en utilisant les biotechnologies à d'autres fins pour stimuler l'envie d'apprendre (créativité du Bio-Art, etc.) ;
- exploiter le potentiel du numérique 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 symbole  .








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










## 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 secteurs médical, pharmaceutique, agroalimentaire, de l'environnement ou de la 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, le professeur fait appel à au moins deux domaines parmi ceux de l'environnement, des bio-industries, de la santé, du génie génétique ou du Bio-Art. Il est amené à mobiliser le vocabulaire scientifique et technologique associé.













Domaine	Objectifs dans le domaine	Notions associées	Propositions d'activités technologiques
<b>Bio-Art</b>	Utiliser le vivant pour créer un objet artistique et découvrir le vocabulaire utile en microbiologie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Culture de micro-organismes.</li> <li>- Milieux d'isolement.</li> <li>- Indicateur coloré de pH.</li> <li>- Caractères biochimiques.</li> <li>- Bactéries/colonies bactériennes.</li> </ul>	<p> <b>Production d'un objet ludique ou d'une œuvre originale artistique :</b> kombucha, agar Art.</p> <p> <b>Publication des travaux :</b> concours de photographies dans le lycée, blogs, réseaux sociaux, journal en ligne, sites internet institutionnels.</p>
<b>Environnement</b>	Mettre le vivant au service du développement durable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observation microscopique.</li> <li>- Biodiversité.</li> <li>- Micro-organismes.</li> <li>- Dépollution biologique.</li> </ul>	<p> <b>Visite d'une station d'épuration.</b></p> <p>  <b>Étude de la pollution - dépollution des eaux et des sols :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analyse d'une eau de rivière ;</li> <li>- réalisation d'une mini station d'épuration ;</li> <li>- encapsulation d'algues pour dépolluer une eau ;</li> <li>- recherche de phages dans des boues d'épuration.</li> </ul> <p>  <b>Participation à des projets de développement durable avec des partenaires extérieurs dont des acteurs locaux</b> (commune, département, région, associations agréées, etc.).</p>

Domaine	Objectifs dans le domaine	Notions associées	Propositions d'activités technologiques
<b>Bio-industries</b>	Utiliser le vivant à des fins de production de biens de qualité.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fermentation microbienne.</li> <li>- Contrôle qualité.</li> <li>- Analyse qualitative et quantitative.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Production d'aliments fermentés :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- impact des paramètres biologiques et physicochimiques sur une production.</li> </ul> </li> <li> Contrôle de matière première pour garantir une qualité de production ou du produit fini.</li> <li> Visite d'entreprise, travail avec un mentor industriel.</li> </ul>
<b>Santé</b>	Mesurer les paramètres du vivant à des fins de diagnostic, de traitement ou de prévention.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Culture en milieu sélectif.</li> <li>- Dosage d'un paramètre biologique.</li> <li>- Cellules nucléées et anucléées.</li> <li>- Valeurs physiologiques de référence.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Analyse quantitative des constituants biochimiques d'intérêt diagnostique :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- dosage spectrophotométrique.</li> </ul> </li> <li> Analyse qualitative d'un frottis sanguin :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- observation comparée d'une hématie et d'un leucocyte.</li> </ul> </li> <li> Étude d'une infection bactérienne :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- culture d'un produit polymicrobien sur milieu sélectif ;</li> <li>- orientation d'un diagnostic bactériologique.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Génie génétique et recherche</b>	Modifier ou caractériser le vivant au niveau moléculaire.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Séparation de molécules.</li> <li>- ADN.</li> <li>- Protéine.</li> <li>- Transformation bactérienne.</li> <li>- Plasmide.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Extraction et caractérisation d'une molécule d'intérêt :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- électrophorèse d'ADN ;</li> <li>- chromatographie de protéines.</li> </ul> </li> <li> Transformation d'un micro-organisme.</li> <li> Modélisation moléculaire :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- visualisation à l'aide de représentations 2D ou 3D ;</li> <li>- utilisation de sites de bio-informatique.</li> </ul> </li> </ul>

## 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 et de travail 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, le professeur permet à l'élève d'atteindre les trois objectifs de ce champ.

Objectifs	Notions associées	Propositions d'activités au laboratoire
<b>Appréhender les spécificités du laboratoire de biotechnologies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poste de travail.</li> <li>- Paillasse désinfectable.</li> <li>- Micropipettes à piston.</li> <li>- Microscope optique.</li> <li>- Incubateur thermostaté.</li> <li>- Équipement de protection.</li> </ul>	<p>  <b>Visite de laboratoire de biotechnologies :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- laboratoire de préparation ;</li> <li>- laboratoire d'entreprises ou de recherche.</li> </ul> <p> <b>Mise en évidence des spécificités du laboratoire de biotechnologies au lycée :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comparaison des équipements et de l'organisation d'un laboratoire de biotechnologies avec une salle de travaux pratiques ;</li> <li>- repérage des éléments de protection collectifs dans le laboratoire.</li> </ul>
<b>S'engager dans une démarche d'analyse du risque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Danger/risque.</li> <li>- Classes de micro-organismes.</li> <li>- Pictogrammes.</li> <li>- Mentions de danger.</li> <li>- Équipements de protection collectifs/individuels.</li> <li>- Règles de prévention.</li> <li>- Déchet ordinaire/déchet spécifique au laboratoire.</li> <li>- Désinfection.</li> <li>- Procédure.</li> <li>- Autoclave.</li> </ul>	<p>  <b>Distinction risque et danger :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- recensement des dangers et identification des risques dans un laboratoire de biotechnologies.</li> </ul> <p>  <b>Mise en évidence de l'importance des mentions de danger :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comparaison de l'information apportée par les mentions de danger pour des réactifs portant le même pictogramme.</li> </ul> <p>  <b>Analyse <i>a priori</i> du risque de l'activité proposée et argumentation du choix des moyens de prévention :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- recours au Réseau Ressources Risques Biologiques (site de l'Institut National de Recherche sur la Sécurité).</li> </ul> <p> <b>Analyse comparée d'un déchet ordinaire et d'un déchet spécifique au laboratoire. Contrôle de l'efficacité des procédures de prévention :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- procédure de lavage des mains ;</li> <li>- procédure de désinfection d'une surface.</li> </ul>
<b>Connaître la réglementation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autorisation.</li> <li>- Risque calculé.</li> </ul>	<p>  <b>Découverte d'un cadre réglementaire :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explicitation de quelques points du cadre réglementaire.</li> </ul>

### Champ 3 : définir son projet de formation et découvrir des métiers

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.

Les élèves réalisent un travail collectif de découverte accompagné par le professeur ou par un professionnel du secteur. La présentation de ce projet et sa valorisation au-delà de l'espace classe favorisent le développement de compétences d'expression orale et écrite, de compétences sociales. Chaque élève développe ainsi sa capacité de discerner ses aptitudes et définit ses appétences.








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

#### Champ 4 : les biotechnologies, un exercice de la responsabilité civique

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 lui-même. Elles favorisent également le développement d'une réflexion critique permettant de distinguer science et croyance.

Prenant appui sur une question de société, l'enseignement de biotechnologies favorise la construction de valeurs civiques par la mise en œuvre d'un projet collectif et par le respect des exigences liées à l'expérimentation.

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

Objectifs	Lexique associé	Propositions d'activités technologiques
<b>Adopter une posture responsable vis-à-vis de soi, des autres et de l'environnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomie.</li> <li>- Confiance.</li> <li>- Responsabilité.</li> <li>- Attitude réflexive.</li> </ul>	 <b>Acquisition progressive d'une réflexion et d'une autonomie gestuelle et organisationnelle :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- organisation du poste de travail ;</li> <li>- rédaction d'un plan de travail ;</li> <li>- gestion des déchets de façon raisonnée ;</li> <li>- démarche d'évaluation des risques ;</li> <li>- respect d'une procédure.</li> </ul>
<b>Travailler de façon collaborative sur un projet scientifique et technologique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Écoute.</li> <li>- Opinion/fait.</li> <li>- Argumentation/démonstration.</li> <li>- Valorisation.</li> <li>- Communication.</li> </ul>	 <b>Participation à des projets d'actualité concernant le citoyen.</b>  <b>Mobilisation du numérique éducatif pour travailler en équipe :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- travail collaboratif ;</li> <li>- publication écrite ou orale à l'attention d'un public non initié (réseaux sociaux, blogs, sites institutionnels, etc.).</li> </ul>
<b>Développer une réflexion critique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subjectivité/objectivité.</li> <li>- Doute rationnel.</li> <li>- Erreur.</li> <li>- Opinion/point de vue.</li> <li>- Argumentation.</li> </ul>	 <b>Réalisation d'observations sans <i>a priori</i>.</b>  <b>Utilisation de l'erreur comme levier d'apprentissage.</b>  <b>Confrontation au réel :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- compréhension du rôle d'un témoin ;</li> <li>- confrontation d'un résultat expérimental à une prévision, un préjugé, une idée reçue ou une information erronée.</li> </ul>
<b>Interroger la dimension éthique des innovations technologiques en biologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioéthique.</li> <li>- Complexité du vivant.</li> <li>- Questions de société : sciences et vulgarisation scientifique.</li> </ul>	 <b>Réflexions éthiques sur les innovations technologiques :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- exploitation des contextes des expériences historiques ;</li> <li>- lecture critique d'un article de vulgarisation scientifique ;</li> <li>- analyse de la médiatisation de l'information scientifique.</li> </ul>