

## PROGRAMME DE BIOTECHNOLOGIES EN CLASSE DE SECONDE GÉNÉRALE ET TECHNOLOGIQUE

### Enseignement d'exploration

#### Préambule

Les évolutions des biotechnologies dans les domaines de l'environnement, de la santé, de la recherche et de l'industrie conduisent la société à s'interroger sur son devenir. Cette réflexion a besoin de diagnostics précis, d'analyses fiables et de productions innovantes, conduites avec un souci d'assurance qualité et de sécurité biologique.

Les biotechnologies conduites en laboratoires d'analyse ou de production (domaine médical, pharmaceutique, agroalimentaire...) offrent à l'Homme une source de savoirs et de savoir-faire novateurs adaptés à l'évolution des exigences indispensables à la préservation de sa santé et de son environnement.

Les biotechnologies se sont imposées comme science à part entière et font l'objet d'enseignements au lycée et à l'université pour conduire à des métiers d'avenir en constante évolution.

Les technologies de l'information et de la communication seront mises en œuvre en de nombreuses circonstances. Il pourra s'agir de technologies généralistes dont on fera ici un usage spécialisé, notamment l'**internet** en utilisation conjointe avec des techniques de laboratoire de biotechnologies.

Les productions pédagogiques, les travaux d'élèves, gagneront à être exploités, en classe et hors de la classe dans le cadre d'un environnement numérique de travail (ENT).

#### Objectifs

##### Un enseignement qui ouvre sur l'univers des métiers des biotechnologies

L'enseignement d'exploration de biotechnologies offre la possibilité aux élèves de pratiquer des activités technologiques en **laboratoires** de biotechnologies. Ils découvrent ainsi l'importance de la technologie appliquée en recherche et production de biens ou de services dans les secteurs de la santé, de l'environnement et des bio-industries.

Dans le cadre de leur projet d'orientation, cet enseignement d'exploration invite les élèves à se projeter dans les métiers des biotechnologies : technicien supérieur, ingénieur, chercheur en biologie. Il donne à l'élève des éléments d'aide à la décision pour choisir une formation dans ces secteurs d'activités.

##### Un enseignement de sciences biologiques qui oriente vers les études supérieures scientifiques en biologie.

L'encadré ci-après illustre la diversité des offres de formation conduisant à des diplômes de niveaux différents de qualification. Visées après un baccalauréat scientifique ou technologique, ces formations supérieures diplômantes en biologie sont implantées en lycées, à l'université ou en écoles supérieures spécialisées :

- *Brevets de Techniciens Supérieurs (BTS)*
  - BTS Analyses de biologie médicale*
  - BTS Bio-analyses et contrôles*
  - BTS Biotechnologies*
  - BTS Esthétique-cosmétique*
  - BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries*
  - BTS Métiers de l'eau*
  - BTS Hygiène-propreté-environnement*
  - BTS agricoles*
- *Diplômes en préparateur en pharmacie.*
- *Diplômes universitaires technologiques (DUT)*
- *biologie appliquée,*
- *hygiène sécurité environnement*
- *Diplôme de Technicien supérieur (DTS) Imagerie médicale et radiologie thérapeutique (IMRT).*
- *Diplômes universitaires (licence, licence pro, master, master pro, doctorat).*
- *Diplômes d'ingénieur en agronomie, en qualité, en production, diplôme vétérinaire.*

L'accès à certaines écoles peut nécessiter une poursuite d'étude en classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) de type Technicien Biologiste (TB), adaptation pour les techniciens supérieurs (ATS), Biologie Chimie, Physique, Sciences de la Terre (BCPST).

## Des activités technologiques au laboratoire qui rendent l'élève acteur de sa formation.

L'enseignement d'exploration de « biotechnologies » prend appui sur les acquis du socle commun des connaissances et de compétences. Il se décline sous la forme d'activités technologiques qui donnent lieu à la mise en œuvre de techniques de laboratoire. Il vise le développement de compétences méthodologiques, transversales ou spécifiques et permet de découvrir la diversité des domaines des biotechnologies.

Les activités technologiques réalisées principalement en laboratoires de biotechnologie permettent aux élèves :

- de les initier à la démarche expérimentale en y incluant la dimension technologique,
- de découvrir leurs aptitudes à la manipulation en laboratoire,
- d'expérimenter un enseignement fondé sur une pédagogie pratique accompagnée,
- d'aborder des connaissances scientifiques en biologie via cette approche concrète.

## Compétences visées

L'enseignement d'exploration de « biotechnologies » concourt à développer les méthodes de travail pour une meilleure prise d'autonomie dans les apprentissages. Certaines des compétences méthodologiques développées sont transférables, en synergie avec d'autres disciplines. Elles pourront être renforcées à l'occasion de l'accompagnement personnalisé.

Les compétences essentielles mises en œuvre, sont représentatives des compétences spécifiques de la démarche technologique en laboratoire visées lors du cycle terminal d'études en biotechnologie :

- S'approprier la démarche expérimentale avec sa dimension technologique.
- Mettre en œuvre au laboratoire une manipulation de biotechnologie.
- Utiliser le matériel selon les instructions spécifiques.
- Travailler en équipe.
- Acquérir de l'autonomie.
- Présenter et interpréter des résultats expérimentaux.
- Rendre compte à l'oral et à l'écrit de la démarche et des conclusions d'une activité
- Rechercher et sélectionner le(s) document(s) en lien avec la thématique.

Les activités technologiques prennent appui sur une thématique faisant appel aux propriétés du vivant à des fins de production de biens ou de services. Elles peuvent être complétées par des conférences, des visites de laboratoires, des films (analyses de biologie médicale, recherche, contrôle de produits industriels, police scientifique).

## Activités biotechnologiques proposées

### Un enseignement d'exploration qui favorise l'initiative et la créativité pédagogique.

Le programme est construit autour de trois grands domaines d'activité du champ des Biotechnologies. Chaque domaine présente des thématiques faisant l'objet de travaux d'étude en laboratoire.

Le professeur choisit des domaines, des thématiques, les activités technologiques à mettre en œuvre pour construire son enseignement. A l'issue de la formation, l'élève devra avoir exploré différentes méthodes et outils ainsi que des thématiques lui permettant de découvrir les formations et les métiers des biotechnologies. Les activités technologiques sont donc présentées à titre d'exemple et sans avoir de caractère exhaustif. D'autres activités peuvent être mises en œuvre dans la mesure où elles répondent aux objectifs de cet enseignement.

Les activités permettent d'aborder les champs disciplinaires des biotechnologies : biologie humaine, microbiologie, immunologie, biochimie.

Le professeur peut utiliser les ressources locales, en prenant appui sur les formations proposées par l'établissement et/ou le tissu professionnel local en lien avec les biotechnologies.

## Bioindustries : industries agro-alimentaires, pharmaceutiques, cosmétiques

Les principaux domaines d'application des bio-industries ainsi que la démarche commune mise en œuvre lors d'une production industrielle seront préalablement présentés. Les activités proposées illustrent les principales thématiques de la production d'un aliment, ici le pain ou le yaourt, mais d'autres productions peuvent être envisagées (production de médicaments ou d'un produit cosmétique ou d'un autre aliment) : biotransformation, microorganisme utile, contrôle d'un produit fini, recherche industrielle.

Questionnement - Thématique	Connaissances associées	Activités technologiques susceptibles d'être mises en œuvre :
<p><i>Comment fabriquer un yaourt ? Comment fabriquer du pain ?</i> <b>Fabrication par biotransformation</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformation biologique d'une matière première</li> <li>- Action enzymatique</li> <li>- Paramètres influençant la production.</li> <li>- Optimisation d'un processus</li> <li>- caractère hydrophobe et hydrophile</li> </ul> <p>émulsion membrane plasmique</p>	<p><b>Mise en œuvre d'une production :</b> pesée, mélange ferment-matière première, incubation.</p> <p><b>Mise en évidence du résultat de la transformation biologique :</b> acidification, coagulation, production de gaz.</p> <p><b>Détermination de l'influence des paramètres biologiques et physico-chimiques :</b> température d'incubation, pH, nature et quantité du ferment, nature et quantité de substrat, présence d'antibiotiques dans le lait.</p> <p><b>Mise en évidence des caractéristiques d'une émulsion :</b> Réalisation d'une émulsion, double coloration au rouge neutre et noir soudan, observation microscopiques de gouttelettes lipidiques</p>
<p><i>Quelle est la nature du ferment ? Quelles sont les caractéristiques technologiques du ferment ? Comment est produit le ferment ?</i> <b>Les microorganismes utiles</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distinction eucaryote – procaryote</li> <li>- Ferments lactiques, levures de boulangerie</li> <li>- Milieux et tests de caractérisation</li> <li>- Multiplication des microorganismes</li> <li>- Milieux de culture</li> </ul>	<p><b>Caractérisation de microorganismes :</b> observation microscopique directe, isolement en boîte de Pétri, mise en évidence de caractères biochimiques</p> <p><b>Production du ferment :</b> culture en milieu liquide, dénombrement des microorganismes d'un inoculum, croissance en milieu liquide non renouvelé.</p>
<p><i>Quels sont les critères analysés pour vérifier la qualité d'un produit ? Quelles sont les valeurs de référence utilisées ?</i> <b>Contrôle d'un produit fini</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualité sanitaire</li> </ul> <p>Contamination microbienne, isolements sélectifs, identification</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualité nutritionnelle</li> </ul> <p>Composition biochimique : glucides, lipides, protides, vitamines, acides nucléiques, ions minéraux</p> <p>Méthodes séparatives et méthodes de dosages</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualité organoleptique</li> </ul> <p>Analyse sensorielle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparaison à une valeur de référence</li> </ul>	<p><b>Recherche et dénombrement de microorganismes contaminants :</b> Isolement sur milieux sélectifs, identification biochimique, dénombrement.</p> <p><b>Analyse qualitative des constituants biochimiques d'un produit :</b> CCM des glucides, électrophorèse des protéines.</p> <p><b>Analyse quantitative des constituants biochimiques d'un produit :</b> dosage du calcium, dosage du lactose, dosage de l'acide lactique, dosage des protéines</p>
<p><i>Comment la recherche fondamentale permet-elle de concevoir et/ou améliorer des produits (cosmétiques, alimentaires, pharmaceutiques) ?</i> <b>Recherche industrielle</b></p>	<p><b>L'actualité scientifique, à travers des films, des logiciels éducatifs, des articles scientifiques ou la visite d'un laboratoire de recherche et développement, peut permettre d'aborder les enjeux et les problématiques de la recherche industrielle (découverte de médicament, nouveaux procédés de conditionnement...)</b></p>	
<p><b>Ces activités peuvent être complétées par une visite d'un site industriel, d'un laboratoire et/ou d'une ligne de production.</b></p>		

## Santé : diagnostic, traitement, prévention.

Les principaux domaines d'application de la santé ainsi que la démarche commune mise en œuvre lors de l'étude d'une pathologie seront préalablement présentés. Les activités proposées illustrent les principales thématiques de l'étude d'une pathologie : analyses biologiques en vue d'un diagnostic, traitement aux antibiotiques, prévention de la transmission des agents infectieux, recherche médicale.

Questionnement - Thématique	Connaissances associées	Activités technologiques susceptibles d'être mises en œuvre :
<p><i>Pourquoi le médecin prescrit-il une analyse médicale ?</i></p> <p><i>Quelles analyses au laboratoire permettent de vérifier le fonctionnement d'un organe ?</i></p> <p><i>En quoi la "numération formule sanguine" informe-t-elle sur l'état de santé du patient ?</i></p> <p><b>Analyses biologiques en vue d'un diagnostic.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organes, tissus, cellules</li> <li>- Liquides biologiques</li> <li>- Constantes biologiques</li> <li>- Rôle des cellules sanguines (transport du dioxygène, défense contre les agents infectieux, coagulation)</li> </ul>	<p><b>Mise en évidence de molécules biologiques, témoins de pathologie</b> électrophorèse de protéines anormales, albumine dans les urines,</p> <p><b>Analyse quantitative des constituants biochimiques d'intérêt diagnostique :</b> glucose, protéines, lipides, enzymes sériques,... dans un sérum ou dans une urine.</p> <p><b>Analyse qualitative et quantitative des cellules sanguines :</b> Examens microscopiques d'un frottis Identification - mise en évidence d'éléments anormaux.</p>
<p><i>Comment identifier une bactérie responsable d'une maladie infectieuse ?</i></p> <p><i>Comment choisir le traitement adapté ?</i></p> <p><i>Pourquoi le recours aux antibiotiques ne doit-il pas être systématique ?</i></p> <p><b>Traitement aux antibiotiques.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prélèvement biologique</li> <li>- «Produit pathologique »</li> <li>- Identification bactérienne</li> </ul> <p>Démarche d'identification Milieux d'isollements sélectifs Milieux non sélectifs Milieux et tests d'identification Sensibilité aux antibiotiques Propriétés d'un antibiotique Concentration minimale inhibitrice</p>	<p><b>Démarche d'identification bactérienne</b> Observations microscopiques Observations macroscopiques Isolement - test d'identification</p> <p><b>Étude de la sensibilité aux antibiotiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en évidence des effets antimicrobiens</li> <li>- Antibiogramme en milieu gélosé</li> </ul>
<p><i>Comment lutter contre les microorganismes ?</i></p> <p><i>Comment limiter les infections nosocomiales ?</i></p> <p><i>Comment prévenir les contaminations microbiennes ?</i></p> <p><i>Comment prévenir les maladies infectieuses ?</i></p> <p><b>Prévention de la transmission des agents infectieux</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hygiène</li> <li>- Décontamination – désinfection - stérilisation</li> </ul> <p>Risque biologique Infections nosocomiales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notion de prophylaxie</li> <li>- Notion de groupe de risques biologiques des bactéries</li> <li>- Vaccination- sérothérapie</li> <li>- Anticorps et Antigène</li> </ul>	<p><b>Prélèvement aseptique</b></p> <p><b>Mise en évidence d'une contamination de surface (« lames contact »)</b></p> <p><b>Mise en évidence d'efficacité d'un antibactérien.</b></p> <p><b>Recherche d'un anticorps dans un sérum (test d'agglutination)</b></p>
<p><i>Comment la recherche médicale permet-elle de progresser dans le diagnostic et dans le traitement de maladies génétiques ?</i></p> <p><b>Recherche médicale : thérapie génique.</b></p>	<p><b>L'actualité scientifique, à travers des films, des logiciels éducatifs, des articles scientifiques ou la visite d'un laboratoire de recherche médicale, peut permettre d'aborder les enjeux et les problématiques de la recherche médicale (mise au point d'un vaccin, thérapie génique...)</b></p>	

## Environnement : pollution, dépollution, amélioration de la production, contrôles de la qualité de l'eau, de l'air, du sol et des surfaces

Les principaux domaines d'application ainsi que la démarche commune mise en œuvre lors d'une production industrielle seront préalablement présentés. Les activités proposées illustrent les principales thématiques de la production d'un aliment, d'autres productions peuvent être envisagées (production de médicaments ou d'un produit cosmétique ou d'un autre aliment) : caractérisation de la pollution de l'environnement, dépollution biologique, contrôles, recherche agronomique.

Questionnement - Thématique	Connaissances associées	Activités technologiques susceptibles d'être mises en œuvre :
<p><i>Qu'est-ce qu'un environnement propre ?</i>  <i>Comment évaluer la pollution microbiologique de l'environnement ?</i>  <i>Comment évaluer la pollution chimique de l'environnement ?</i></p> <p><b>Caractérisation de la pollution de l'environnement</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notion de flore microbienne (de l'eau, de l'air, du sol)</li> <li>- Conséquences de la pollution sur la santé et sur l'environnement</li> <li>- Contrôle d'hygiène des surfaces</li> <li>- Contrôle microbiologique de l'eau, de l'air, du sol</li> <li>- Notion de témoin de contamination fécale</li> <li>- Milieux d'isolements sélectifs et non sélectifs</li> </ul>	<p><b>Recherche et dénombrement de microorganismes de l'environnement</b>            Ensemencement par boîte contact            Observations microscopiques et macroscopiques</p> <p><b>Mesure des paramètres physico-chimiques d'une eau, eutrophisation</b>            Dosage des nitrates et des nitrites, des phosphates.            Détermination du pH d'une eau            Mesure de la turbidité</p>
<p><i>Comment assainir une eau polluée ?</i>  <i>Comment valoriser des déchets organiques ?</i>  <i>Qu'est-ce qu'une boue activée ?</i></p> <p><b>Dépollution biologique</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procédés de dépollution biologique et de traitement des déchets.</li> </ul>	<p><b>Dépollution des nitrates</b>  <b>Isolement d'un microorganisme cellulolytique.</b>  <b>Dosage des matières organiques.</b></p>
<p><i>Comment fabriquer un organisme génétiquement modifié (OGM)</i>  <i>Comment isoler des microorganismes producteurs dans l'environnement ?</i></p> <p><b>Recherche agronomique</b></p>	<p><b>L'actualité scientifique, à travers des films, des logiciels éducatifs, des articles scientifiques ou la visite d'un laboratoire de recherche agronomique, peut permettre d'aborder les enjeux et les problématiques de la recherche agronomique (découverte de médicament, nouveaux procédés de conditionnement...)</b></p>	

**Ces activités peuvent être complétées par une visite de station d'épuration des eaux usées ou un laboratoire de recherche appliquée**