

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE LA JEUNESSE ET DE LA VIE ASSOCIATIVE

Arrêté du 8 février 2011 fixant le programme de l'enseignement de biotechnologies en classe de première de la série « sciences et technologies de laboratoire (STL) »

NOR : MENE1104255A

Le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative,

Vu le code de l'éducation ;

Vu l'arrêté du 27 mai 2010 relatif à l'organisation et aux horaires des enseignements des classes de première et terminale des lycées sanctionnés par le baccalauréat technologique, séries « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » et « sciences et technologies de laboratoire (STL) » ;

Vu l'avis du comité interprofessionnel consultatif du 4 février 2011 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de l'éducation du 9 décembre 2010,

Arrête :

Art. 1^{er}. – Le programme de l'enseignement de biotechnologies en classe de première de la série sciences et technologies de laboratoire (STL) est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Art. 2. – Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2011-2012.

Art. 3. – Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 8 février 2011.

Pour le ministre et par délégation :
*Le directeur général
de l'enseignement scolaire,*
J.-M. BLANQUER

A N N E X E

BIOTECHNOLOGIES

CLASSE DE PREMIÈRE DE LA SÉRIE STL

Objectifs

En privilégiant la connaissance du vivant et l'acquisition de compétences biotechnologiques, l'enseignement de spécialité du cycle terminal STL biotechnologies construit une culture scientifique alternative. C'est une culture qui incorpore les progrès de la biologie cellulaire et moléculaire hérités du xx^e siècle à la dimension technologique et à l'exigence de développement durable que requiert la production de biens et de services dans les domaines de la santé, de l'industrie et de l'environnement.

Cet enseignement concourt également à une éducation citoyenne à travers la mise en œuvre d'activités en laboratoire et par la prise de conscience de la place des biotechnologies dans les offres de soins aux personnes et les procédés industriels. Il participe à la construction du projet d'orientation de l'élève vers les études supérieures. Le développement de compétences transversales et spécifiques ainsi que l'acquisition de méthodes contribuent à la réussite de ce projet.

Cet enseignement prend appui sur des disciplines fondamentales telles que microbiologie, biologie moléculaire, génie génétique, biochimie des protéines, biologie cellulaire, immunologie..., disciplines qui alimentent sans cesse le champ des biotechnologies modernes. Il s'appuie sur un équipement destiné à acquérir les références méthodologiques majeures et les savoir-faire de base pour privilégier le développement de l'esprit critique et la réflexion logique.

En synergie avec les enseignements transversaux « chimie, biochimie, sciences du vivant » et « mesures et instrumentation », cet enseignement vise notamment à :

- stimuler la curiosité et favoriser la créativité ;
- développer l'esprit d'analyse et l'esprit critique ;
- acquérir la rigueur d'une démarche scientifique théorique et expérimentale ;
- renforcer l'implication, l'autonomie et l'esprit d'initiative de l'élève ;
- maîtriser la réalisation d'une manipulation en biotechnologies.

Méthodologies et approches pédagogiques

L'enseignement repose principalement sur des activités technologiques structurantes et contextualisées comme l'identification de micro-organismes, le diagnostic médical, la mise en œuvre d'une production, l'analyse et le contrôle de bioproduits et l'étude de l'environnement. Ces activités technologiques facilitent l'accès aux concepts scientifiques.

Le programme est conçu pour laisser toute sa place à la liberté pédagogique du professeur et/ou de l'équipe disciplinaire. Cette liberté porte sur les thématiques, les exemples d'application et les modalités de mise en œuvre.

La démarche adoptée permet aux élèves d'acquérir de manière coordonnée connaissances scientifiques et compétences technologiques :

- adopter une démarche de questionnement pour aborder un thème ;
- rechercher et extraire de l'information à partir de documents numériques ou non ;
- élaborer des hypothèses et proposer une démarche scientifique pour les tester ;
- mettre en évidence le rôle de différents paramètres d'influence conditionnant un résultat expérimental ;
- réaliser les manipulations en tenant compte des bonnes pratiques de laboratoire ;
- se confronter au réel par observation et analyse objective d'un résultat expérimental ;
- choisir les méthodes et les techniques adaptées afin de caractériser, quantifier, séparer, analyser, amplifier cellules et/ou biomolécules.

Les contenus scientifiques et technologiques que les élèves doivent obligatoirement acquérir sont présentés dans la partie intitulée « Savoirs et savoir-faire fondamentaux ».

Pour atteindre cet objectif, deux entrées complémentaires sont proposées :

- introduire de manière indépendante les savoirs et savoir-faire fondamentaux contextualisés ;
- intégrer les savoirs et savoir-faire fondamentaux au travers de thématiques de projet choisies dans différents domaines d'application. La liste des thématiques de projet proposées est non exhaustive. L'équipe pédagogique peut en choisir d'autres, notamment en fonction du contexte local.

La répartition horaire doit laisser une large place aux activités technologiques à effectif réduit. L'enseignement en classe entière permettra d'apporter les supports théoriques nécessaires.

Démarche de prévention, développement durable et éducation à la citoyenneté

Identifier, évaluer pour agir et prévenir sont des étapes clés de la démarche de prévention des risques biologiques, physiques et chimiques inhérents à toute activité de laboratoire de biotechnologies. Choisir des mesures raisonnées de prévention, adopter une attitude adaptée au laboratoire et participer à la gestion des déchets pour préserver son environnement sont autant d'objectifs qui contribuent à l'éducation du citoyen et au développement durable.

Apports des techniques de l'information et de la communication (TIC)

Les technologies de l'information et de la communication trouveront une place privilégiée dans le cadre des activités technologiques. Elles représentent :

- un espace d'autonomie pour rechercher, trier et extraire les informations à partir de données scientifiques, fiches techniques, fiches de sécurité... ;
- un support pédagogique pour comprendre et approfondir les concepts scientifiques par l'utilisation des ressources numériques (animations, vidéos, banques d'images, banques de données) ;
- un outil d'acquisition et de traitement des données expérimentales par le recours aux logiciels : identification bactérienne, analyse des séquences d'ADN et de protéines, traitement des résultats, analyses statistiques... ;
- un outil de simulation et de prédiction appliqué aux systèmes biologiques ;
- un moyen de présenter et de communiquer les résultats par l'utilisation des outils de présentation assistée par ordinateur et la publication des productions dans les environnements numérique de travail (ENT).

Savoirs et savoir-faire fondamentaux

BIOTECHNOLOGIES : HISTORIQUE, ENJEUX ET ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL	
Objectifs de formation et supports théoriques	Compétences transversales et technologiques
<p>Origine et évolution des biotechnologies : Aspects historiques, économiques et éthiques ; Champ d'application des biotechnologies.</p> <p><i>L'objectif est de développer chez les élèves une culture scientifique élargie.</i></p>	<p>Conduire une recherche documentaire. Présenter à l'oral une synthèse sur un sujet relatif aux biotechnologies défini avec l'enseignant. S'approprier le vocabulaire en réalisant un lexique. Travailler en équipe. <i>A partir de produits issus des biotechnologies (pénicilline, insuline, vinaigre, vin, bière, yaourt, sorbitol, glutamate...), retracer l'historique et indiquer les différentes phases du développement du produit, les techniques et les méthodes utilisés. Une présentation individuelle et/ou collective peut être envisagée.</i></p>
<p>Laboratoires, équipements et démarches spécifiques aux activités de biotechnologie : Laboratoires de biotechnologies et annexes : organisation fonctionnelle, matériels, ressources (humaines, documentaires, informatiques). Étapes pré-opérationnelles, opérationnelles et post-opérationnelles au laboratoire. Équipements de laboratoire et traçabilité des activités. Notion de bonnes pratiques de laboratoire (BPL).</p> <p><i>L'élève doit acquérir une vision globale du laboratoire et de son environnement ainsi qu'un premier niveau d'autonomie dans l'utilisation d'équipements simples au laboratoire.</i></p>	<p>Organiser les postes de travail (individuel et collectif) en fonction de l'activité : installer, utiliser, remettre en état. Rechercher et extraire l'information de documents spécifiques (procédures, fiches de sécurité, fiches techniques d'appareillages, protocoles...) Choisir un matériel approprié. Utiliser des matériels spécifiques : microscope à fond clair, centrifugeuse, étuve, balance, spectrophotomètre, bain thermostaté, matériel de transfert de volume, verrerie usuelle... Suivre un protocole de façon rigoureuse. Renseigner les fiches de suivi des appareils.</p> <p>Consigner les résultats sous une forme appropriée. Exploiter les résultats expérimentaux. Interpréter un résultat par comparaison à une valeur de référence. <i>Cette partie du programme doit nécessairement être intégrée aux activités technologiques, à mesure de la découverte du laboratoire et de ses équipements. Elle ne peut en aucun cas se limiter à une présentation ponctuelle et préalable au travail de laboratoire.</i></p>
<p>Méthodes spécifiques aux cultures biologiques : Mode d'action des moyens de désinfection des surfaces et de stérilisation du matériel et des surfaces. Notions de : charge microbienne, stérilisation, décontamination, désinfection, environnement aseptique. Fonctionnement d'un autoclave. <i>Acquérir les méthodes de travail en milieu aseptique en laboratoire de microbiologie et de biologie cellulaire.</i> Mise en œuvre de la prévention des risques : Analyse a priori du risque. Mesures de prévention. Équipements de protection collectifs et individuels.</p> <p><i>L'élève doit acquérir la démarche de prévention des risques par une mise en œuvre systématique et adaptée aux activités technologiques réalisées.</i></p>	<p>Mettre en œuvre un ensemencement ou un transfert stérile. Appliquer les méthodes de désinfection du plan de travail. Appliquer les méthodes de stérilisation du matériel. Mettre en évidence l'action d'un désinfectant ou antiseptique.</p> <p><i>Ces compétences seront mises en œuvre chaque fois que possible afin de rendre les élèves rapidement autonomes.</i></p> <p>Mettre en œuvre de façon réfléchie une démarche élémentaire de prévention des risques : Repérer et décoder les informations relatives aux risques. Repérer les dangers et analyser les risques d'une situation de travail. Tituliser correctement et mettre en œuvre les équipements de protection individuels et collectifs. Adopter un comportement adapté au travail et à son environnement. Participer à la gestion des déchets au poste de travail. <i>La démarche de prévention ne prend son sens qu'au travers de l'analyse des risques inhérents à chaque activité technologique. Elle ne peut en aucun cas se limiter à une présentation ponctuelle et préalable au travail de laboratoire.</i></p>

MICROSCOPIE ET STRUCTURES CELLULAIRES	
Objectifs de formation et supports théoriques	Compétences transversales et technologiques
<p>Observations microscopiques : Principe de fonctionnement du microscope photonique et rôles des différents éléments. Microscopie photonique : apports et limites.</p> <p><i>La maîtrise de la réalisation d'une préparation et l'adoption d'une démarche rigoureuse d'observation doivent permettre de développer chez l'élève la capacité d'utilisation d'un microscope optique.</i></p>	<p>Maîtriser la démarche d'utilisation du microscope optique, le rôle des principaux éléments et les modalités d'entretien. Effectuer les réglages nécessaires et observer objectivement la préparation. Réaliser une préparation microscopique avec ou sans coloration (coloration de Gram, au bleu de méthylène, préparation à l'état frais...) Conduire en autonomie une observation microscopique qualitative et quantitative. <i>Ces compétences de base devront être rapidement maîtrisées par les élèves. Elles seront mises en œuvre de façon contextualisée chaque fois que possible.</i></p>

MICROSCOPIE ET STRUCTURES CELLULAIRES	
Objectifs de formation et supports théoriques	Compétences transversales et technologiques
<p>Diversité des structures cellulaires : Organisation des cellules procaryotes et eucaryotes. Caractéristiques morphologiques et structurales des micro-organismes (bactéries, levures, moisissures, microalgues). Structure et ultrastructure de la cellule bactérienne et de la levure. Organisation générale des moisissures, des protozoaires et des microalgues. Structure et ultrastructure des cellules animales et végétales. Critères de reconnaissance cytologique : taille, forme, mobilité, mode de groupement, organites, propriétés tinctoriales... <i>La complexité du vivant sera appréhendée par l'observation microscopique et l'analyse de la diversité des morphologies et des structures cellulaires.</i></p>	<p>Observer et interpréter des préparations de cellules animales, végétales. Représenter par un dessin le résultat d'une observation. Repérer les différents organites cellulaires à partir d'une observation microscopique ou d'une micrographie électronique. Indiquer le rôle des différents organites cellulaires. Rechercher sur une préparation microscopique une cellule ou une structure particulière à partir de critères morphologiques. Discriminer les différentes populations cellulaires du sang. Différencier les types de clichés de microscopie (optique, électronique, fluorescence). Identifier des cellules et des structures, à partir d'observations microscopiques, par comparaison à un document de référence.</p> <p><i>L'étude des cellules au microscope optique peut être complétée par la recherche et l'analyse des ressources numériques de microscopie de fluorescence et de microscopie électronique.</i></p>

NUTRITION, CULTURE ET DÉNOMBREMENT DE CELLULES	
Objectifs de formation et supports théoriques	Compétences transversales et technologiques
<p>Nutrition et culture de micro-organismes : Besoins nutritionnels des cellules (sources d'énergie, source de carbone, facteurs de croissance...).</p> <p>Conditions de culture des micro-organismes hétérotrophes.</p> <p>Les différents types de milieux de culture (minimum, empirique, synthétique, différentiel, sélectifs, non sélectifs).</p> <p>Influence des principaux paramètres d'environnement sur la culture (température, pH, Aw ou disponibilité de l'eau, agents sélectifs).</p> <p>Principales caractéristiques écologiques des micro-organismes.</p> <p>Procédure de préparation et de stérilisation des milieux.</p> <p>Intérêt de la stérilisation par filtration des composés thermolabiles.</p> <p><i>L'élève doit être capable de mettre en œuvre une culture bactérienne adaptée à l'objectif à atteindre et de justifier les paramètres culturels utilisés dans un procédé biotechnologique.</i></p>	<p>Analyser la composition de milieux de culture pour : Choisir des milieux d'isolement (de culture) adaptés au(x) micro-organisme(s) à cultiver. Orienter l'identification à partir des caractères culturels sur milieux sélectifs et non sélectifs. Réaliser les opérations de préparation (pesée, dissolution, contrôle et ajustage du pH, conditionnement). Maîtriser la manipulation en conditions d'asepsie. Préparer, ajuster un inoculum. Contrôler la pureté de l'inoculum. Ensemencer un milieu solide ou un milieu liquide par une méthode adaptée. Préciser les paramètres d'incubation. Tester et analyser l'action du pH, de la température et des agents sélectifs sur la culture.</p> <p><i>Les étapes de la démarche pourront être mises en œuvre indépendamment à partir de différents exemples ou intégrées dans une application unique.</i></p>
<p>Dénombrer des cellules : Méthode de détermination de la concentration cellulaire dans un échantillon par ensemencement en milieu solide : Étapes de la démarche. Notion d'Unité Formant Colonie (UFC). Numération directe d'une préparation microscopique : Caractéristiques d'une cellule de comptage. <i>L'élève doit maîtriser la démarche de dénombrement et être capable d'analyser les contraintes et les limites pour les deux méthodes utilisées.</i></p>	<p>Réaliser un dénombrement en milieu solide de bactéries et/ou de levures : Estimer la concentration cellulaire pour choisir les dilutions permettant un comptage. Effectuer les dilutions en conditions aseptiques. Ensemencer avec une prise d'essai précise. Compter les colonies suspectes. Réaliser une numération directe au microscope (cytomètre manuel) : Présenter la concentration cellulaire avec son incertitude. Interpréter par comparaison à une valeur de référence réglementaire.</p> <p><i>En classe de première on se limitera au dénombrement des bactéries et des levures par culture en milieu solide et par cytométrie directe.</i></p>

CARACTÉRISATION, IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION DES MICRO-ORGANISMES	
Objectifs de formation et supports théoriques	Compétences transversales et technologiques
<p>Caractères morphologiques des micro-organismes, utiles pour l'identification : Critères morphologiques des bactéries, des levures et des moisissures : forme, taille et mode de groupement des cellules. Constituants de la paroi bactérienne et propriétés tinctoriales (Gram+ et Gram-). Éléments facultatifs (capsule, flagelles...).</p>	<p>Réaliser un état frais de produit biologique. Rendre compte des critères observables à l'état frais (taille, des formes, des modes de groupement, de la mobilité). Réaliser une coloration de Gram. Interpréter la coloration de Gram en lien la structure de la paroi.</p>

CARACTÉRISATION, IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION DES MICRO-ORGANISMES	
Objectifs de formation et supports théoriques	Compétences transversales et technologiques
<i>L'élève devra déterminer, à partir d'états frais ou de colorations différentielles les critères morphologiques des bactéries et interpréter l'observation qui en est faite.</i>	<i>Les produits ou souches microbiennes seront choisis de manière diversifiée en lien avec les thématiques de projet choisies.</i>
<p>Métabolismes cellulaires et caractères métaboliques ou biochimiques : Schéma général du métabolisme énergétique. Rôle du dioxygène dans la respiration comme accepteur final d'électrons. Étapes simplifiées de la dégradation des glucides et des protéides. Fermentations alcoolique et lactique. Métabolismes des bactéries et des levures. Critères d'identification phénotypique (catabolismes des glucides, des protéides, fermentations, respirations et rapports des micro-organismes au dioxygène). <i>Les élèves devront appréhender le métabolisme énergétique d'un micro-organisme en fonction des conditions de culture. Ils sauront repérer dans une voie métabolique les étapes utilisées comme critère d'identification par la mise en évidence d'un produit de réaction ou d'une enzyme.</i></p>	<p>Etudier expérimentalement le rapport des micro-organismes au dioxygène. Mettre en évidence des activités enzymatiques : catalase, oxydase, nitrate réductase... Mettre en évidence des voies métaboliques : métabolisme des glucides et des protéides. Lire et interpréter des caractères biochimiques. Confectionner une galerie miniaturisée. Utiliser une galerie miniaturisée.</p> <p><i>La mise en évidence de caractères biochimiques sera effectuée sur des souches pures, variées et choisies pour leur facilité de mise en évidence et leur interprétation aisée.</i></p>
<p>Identification et classification : Principes généraux de taxonomie et de classification. Règles de nomenclature des bactéries. Notions de caractères discriminants pour mener une démarche d'identification dichotomique. Principe de la démarche de l'identification probabiliste. Intérêt de l'identification des micro-organismes dans le domaine de la santé et les bio-industries. <i>L'élève saura utiliser des tableaux d'identification pour choisir les caractères à étudier et réaliser une démarche raisonnée d'identification à l'aide des résultats obtenus. L'étude systématique des groupes bactériens n'est pas la finalité de cet enseignement.</i></p>	<p>Choisir les tests discriminants pour identifier des micro-organismes. Mettre en œuvre une identification de bactérie ou de levure par une galerie miniaturisée. Utiliser un logiciel d'identification. Utiliser les bases de données taxonomiques en ligne.</p> <p><i>En classe de première on se limitera pour ce thème à l'étude des bactéries. L'identification des micro-organismes doit être au service des thématiques de projet et ne doit pas avoir pour seul objectif l'identification.</i></p>

DÉMARCHES SPÉCIFIQUES AUX ACTIVITÉS DE BIOTECHNOLOGIE MOLÉCULAIRE	
Objectifs de formation et supports théoriques	Compétences transversales et technologiques
<p>Les grandeurs et les unités de la biochimie analytique (masse, concentration, teneur, quantité de matière). Principes de calculs de préparation d'une solution et expression résultats. <i>L'objectif est de compléter et approfondir, par la réalisation d'activités technologiques, les savoirs et savoir-faire acquis en « mesures et instrumentation », concernant la démarche qualité et l'exploitation de résultats.</i></p>	<p>Calculer, mesurer et transférer des volumes ou des masses. Calculer et effectuer une dilution. Préparer une solution par dilution. Préparer une solution par pesée. Vérifier la concentration d'une solution. Exprimer les résultats en utilisant les unités adéquates et en tenant compte de l'incertitude. Conduire une analyse critique des résultats. <i>Les élèves devront acquérir rapidement de l'autonomie pour ces compétences de base. Elles seront mises en œuvre de façon contextualisée chaque fois que possible.</i></p>

SÉPARATION, IDENTIFICATION ET DOSAGE DE BIOMOLÉCULES	
Objectifs de formation et supports théoriques	Compétences transversales et technologiques
<p>Les grandes classes de biomolécules et leurs rôles biologiques (protides, lipides, glucides, acides nucléiques).</p> <p>Propriétés des biomolécules exploitables à des fins analytiques : physico-chimiques, biologiques (activité).</p> <p>Principes des méthodes et des techniques utilisées pour séparer, identifier et doser les biomolécules.</p> <p>Initiation aux méthodes de traitement informatique des données.</p> <p><i>L'élève devra appréhender l'intérêt du fractionnement, savoir justifier le choix des méthodes utilisées, différencier les visées préparatives et analytiques, concevoir et réaliser une gamme d'étalonnage.</i></p>	<p>Caractériser, identifier des biomolécules : Mettre en évidence les acides aminés, les protéines, les lipides et les glucides. Réaliser le spectre d'absorption d'une biomolécule. Analyser le spectre d'absorption d'une biomolécule. Identifier une biomolécule par son activité biologique. Utiliser les modèles moléculaires et les outils d'infographie moléculaire pour l'étude des biomolécules.</p> <p>Quantifier des biomolécules par : PH-métrie. Volumétrie. Spectrophotométrie.</p> <p>Séparer des biomolécules par : Electrophorèse sur gel d'agarose. Chromatographie sur couche mince et sur colonne. Utiliser les logiciels informatiques pour traiter les données expérimentales. Exploiter les ressources numériques et les outils informatiques.</p> <p><i>Afin de leur donner du sens, les méthodes d'analyse des biomolécules seront intégrées autant que possible dans les thématiques de projet en articulation avec les enseignements de Mesures et instrumentation.</i></p>

Thématiques de projet

L'enseignement de biotechnologies doit être autant que possible contextualisé. Pour cela, il s'appuie sur des thématiques de projet permettant de donner du sens aux enseignements fondamentaux.

Les thématiques de projet s'articulent au sein de différents domaines d'application, représentatifs des secteurs d'activité utilisant des biotechnologies : la santé, les bio-industries et l'environnement.

Pour chaque thématique, les activités technologiques proposées facilitent l'acquisition des savoirs et savoir-faire fondamentaux. A l'intérieur de chaque domaine, les thématiques de projet et les applications listées ne sont ni exhaustives, ni limitatives, ni imposées ; elles peuvent être adaptées en fonction du tissu professionnel local et des formations supérieures proposées par l'établissement.

DOMAINES DES BIOTECHNOLOGIES APPLIQUÉES À LA SANTÉ	
Exploration fonctionnelle et diagnostic médical.	<p>Exploration hématologique : Analyse qualitative et quantitative des cellules sanguines. Techniques immunologiques. Osages : glucose, cholestérol, triglycérides, hémoglobine. Electrophorèse des protéines. Exploration cyto bactériologique des urines : Critères de l'infection. Observations microscopiques. Culture et identification de l'agent responsable. Techniques immunologiques. Dosages spectrophotométriques, enzymatiques. Exploration histologique : Observations de tissus sains et de tissus présentant des pathologies. Exploration d'une fonction physiologique : Par des analyses qualitatives et/ou quantitatives.</p>
Prophylaxie et traitement.	<p>Education à l'hygiène et à la prévention des risques : Hygiène des mains. Nettoyage et désinfection des surfaces. Choix de l'équipement de protection individuelle (EPI) selon l'activité conduite et le risque associé. Etude comparative de produits antiseptiques et désinfectants. Vaccination : Composition et préparation des vaccins. Vérification de la couverture vaccinale. Développement industriel d'un vaccin. Antibiothérapie : Modes d'action des antibiotiques. Croissance bactérienne. Réalisation d'un antibiogramme. Sérothérapie : Anticorps et réaction antigène-anticorps.</p>

DOMAINE DES BIOTECHNOLOGIES APPLIQUÉES AUX BIO-INDUSTRIES	
Secteur agroalimentaire	
Produits laitiers.	<p>Contrôles qualité d'un lait :</p> <p>Techniques microscopiques :</p> <p>Numération des leucocytes.</p> <p>Observation de la flore bactérienne.</p> <p>Techniques de quantification :</p> <p>Dénombrements par culture des micro-organismes.</p> <p>Techniques biochimiques :</p> <p>Recherche des phosphatases alcalines (PAL) et de la peroxydase (PER).</p> <p>Dosage des lipides, protides, glucides.</p> <p>Techniques immunologiques :</p> <p>Analyses qualitatives et/ou quantitatives.</p> <p>Traitement du lait :</p> <p>Pasteurisation, stérilisation, filtration.</p> <p>Fabrication du yaourt :</p> <p>Observation de la flore.</p> <p>Suivi d'une fermentation.</p> <p>Mise en évidence d'un métabolisme.</p> <p>Dosage de l'acidité du yaourt avant et après fermentation.</p> <p>Suivi de la consommation de lactose.</p> <p>Fabrication d'un fromage :</p> <p>Observation de la flore (moisissures...).</p> <p>Présentation d'une fermentation secondaire (sur documents).</p>
Boissons fermentées.	<p>Fabrication de la bière :</p> <p>Présentation des levures :</p> <p>Observation microscopique.</p> <p>Numération.</p> <p>Dénombrement.</p> <p>Métabolisme :</p> <p>Fermentation éthanolique.</p> <p>Croissance en bioréacteur :</p> <p>Suivi de croissance (biomasse, dosage éthanol/glucose, pH, densité...).</p> <p>Paramètres cinétiques (taux de croissance, temps de génération).</p> <p>Traitement du produit fini :</p> <p>Pasteurisation, filtration.</p>
Secteur pharmaceutique et cosmétique	
Production de médicaments.	<p>Antibiotiques :</p> <p>Micro-organismes utilisés ;</p> <p>Production.</p> <p>Amélioration et sélection des souches.</p> <p>Contrôles qualité :</p> <p>Aspirine (pH-métrie) ;</p> <p>Vitamine C (oxydoréduction).</p> <p>Sérum physiologique (contrôle bactériologique).</p> <p>Crème cosmétique :</p> <p>Evaluation d'un antibactérien (challenge test).</p> <p>Evaluation de la granulométrie (microscopie).</p> <p>Type d'émulsion (H/L ou L/H).</p>
Autres bio-industries	
Bio-insecticides.	<p>Toxine « Bt » de <i>Bacillus thuringiensis</i> :</p> <p>Ouverture au développement durable voire à l'agriculture biologique ou raisonnée.</p> <p>Génie génétique et OGM (maïs Bt).</p> <p>Production <i>in vitro</i> d'une molécule (exemple de la protéine fluorescente verte ou GFP) : génie génétique, purification des protéines.</p>
Agro-carburants.	<p>Métabolisme :</p> <p>Fermentation éthanolique.</p> <p>distillation et dosages.</p>

DOMAINES DES BIOTECHNOLOGIES APPLIQUÉES À L'ENVIRONNEMENT	
L'eau.	<p>Qualité microbiologique : Flore totale. Marqueurs de contamination fécale. Qualité biochimique : Matière minérale : calcium, phosphates, chlorures, nitrites, nitrates. Matière organique : matières solides en suspension (MES), demande biochimique en oxygène (DBO), demande chimique en oxygène (DCO).</p>
Le sol.	<p>Flore tellurique : Dénombrement des saprophytes. Etude des bactéries dépolluantes (sur documents). Etude des bactéries cellulolytiques. Qualité d'un sol : Dosage de l'azote. PH.</p>
Hygiène des locaux et du personnel.	<p>Qualité microbiologique des surfaces : Prélèvements : écouvillonnages, géloses contact Identification d'un germe isolé. Dénombrement des micro-organismes présents. Aérobiocontamination : Méthode statique (boîtes ouvertes). Méthode dynamique (filtration de l'air). Maîtrise de l'hygiène : Désinfectants/antiseptiques : mode d'action, contrôle microbiologique de l'efficacité d'action. Savon : contrôle microbiologique de l'efficacité du nettoyage.</p>
Dépollution.	<p>Fonctionnement d'une station d'épuration : Lipides. Polluants. Molécules organiques en général. Micro-organismes dépolluants. Cycles de la matière : Aspects chimique et microbiologique en parallèle. Epuration par les végétaux. Gestion des déchets.</p>