

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'éducation nationale et
de la jeunesse

Arrêté du fixant le programme des enseignements de spécialité de la classe de première conduisant au baccalauréat technologique série sciences et technologies de laboratoire (STL)

NOR : MENE

Le ministre de l'éducation nationale et de la jeunesse ;

Vu le code de l'éducation, notamment son article D. 311-5 ;

Vu l'arrêté du XXXX portant abrogation de programmes d'enseignement de la classe de seconde générale et technologique et des classes de première et terminale des voies générale et technologique

Vu l'avis du Conseil supérieur de l'éducation du XXXX ,

Arrête :

Article 1

Le programme des enseignements de spécialité de la classe de première conduisant au baccalauréat technologique série sciences et technologies de laboratoire (STL) est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2

Les dispositions du présent arrêté entrent en vigueur à la rentrée scolaire 2019.

Article 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

Pour le ministre de l'éducation nationale et de la jeunesse et par délégation :
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Marc HUART

ANNEXES

- 1- Programme d'enseignement de spécialité de biochimie-biologie de la classe de première de la voie technologique, série sciences et technologies de laboratoire (STL)
- 2- Programme d'enseignement de spécialité de biotechnologie de la classe de première de la voie technologique, série sciences et technologies de laboratoire (STL)
- 3- Programme d'enseignement de spécialité de physique-chimie et mathématiques de la classe de première de la voie technologique, série sciences et technologies de laboratoire (STL)
- 4- Programme d'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire de la classe de première de la voie technologique, série sciences et technologies de laboratoire (STL)

ANNEXE 1

Programme d'enseignement de spécialité de biochimie-biologie de la classe de première de la voie technologique, série sciences et technologies de laboratoire (STL)

Sommaire

Préambule	2
■ <i>Objectifs de formation</i>	2
■ <i>Repères pour l'enseignement</i>	2
■ <i>Liens avec les autres enseignements de STL</i>	3
■ <i>Modalités de lecture du programme</i>	3
Modules thématiques	5
■ <i>01 – Mécanismes moléculaires et physiologiques de la nutrition</i>	5
■ <i>02 – Mécanismes physiologiques et moléculaires de la reproduction et de la transmission des caractères héréditaires</i>	8
Modules transversaux	12
■ <i>A – Relations structures et propriétés des biomolécules</i>	12
■ <i>B – Relations structures et fonctions physiologiques</i>	14
■ <i>C – Milieu intérieur et homéostasie</i>	15
■ <i>D – Information et communication</i>	16

Préambule

L'enseignement de spécialité de biochimie-biologie s'inscrit dans la continuité des enseignements scientifiques du collège et de la seconde. Il fait donc appel à des notions déjà abordées, en particulier lors des enseignements de SVT. Il vise à développer des compétences scientifiques et technologiques, et l'acquisition de concepts essentiels pour asseoir les bases scientifiques en biochimie et en biologie. À la croisée de ces deux disciplines, cet enseignement apporte une dimension non seulement moléculaire mais également intégrée à la compréhension des phénomènes physiologiques. Il est assuré par des enseignants ayant des connaissances et compétences solides de biochimie pour conforter les fondamentaux moléculaires du vivant, forger une représentation tridimensionnelle des macromolécules du vivant et une vision dynamique des processus moléculaires au sein de la cellule.

Cette culture est essentielle, d'une part, pour assurer la réussite des élèves qui suivent l'enseignement de spécialité de biotechnologies en classe de première et, d'autre part, pour tous les élèves qui poursuivront leurs études dans les domaines de la biologie ou des biotechnologies. En effet, centrés sur la biologie humaine en classe de première, les acquis de l'enseignement de biochimie-biologie ouvrent des perspectives de poursuite d'études dans le domaine de la santé et des sciences du vivant en introduisant des grands concepts nécessaires à la compréhension des phénomènes biologiques.

Cet enseignement commun à l'ensemble des élèves de la série STL permet également à ceux qui ont choisi la spécialité SPCL d'acquérir, au travers de l'étude des bases moléculaires des grandes fonctions de nutrition et de reproduction, des clés pour comprendre les questions de santé humaine et contribuer ainsi à la formation du citoyen responsable.

Des perspectives sont ouvertes à la fois sur l'histoire des sciences et des technologies, et sur les enjeux contemporains. Elles permettent la réalisation de projets conduits avec des partenaires agréés ou des instances internes au lycée (par exemple, le comité d'éducation à la santé et à la citoyenneté).

■ Objectifs de formation

Ce programme permet l'acquisition de concepts-clés de biochimie et biologie nécessaires à la poursuite d'études dans le supérieur. Ces concepts fondamentaux peuvent être approfondis en classe terminale concomitamment à l'introduction de nouveaux concepts dans l'enseignement de biochimie-biologie-biotechnologies.

L'enseignement de biochimie-biologie en classe de première permet à l'élève de :

- s'approprier des concepts-clés qui régissent les mécanismes biologiques à l'échelle de la cellule et de l'organisme ;
- mobiliser ses connaissances sur la structure et les propriétés des principales molécules du vivant ;
- maîtriser des organisations anatomiques, notamment à l'aide du dessin ;
- interpréter avec rigueur des résultats expérimentaux obtenus en laboratoire ;
- construire des raisonnements scientifiques rigoureux et formuler une argumentation rigoureuse et structurée ;
- s'interroger sur les enjeux de santé individuelle et collective et s'ouvrir aux métiers de la santé et de la biologie en général ;
- développer une pensée réflexive et critique.

■ Repères pour l'enseignement

Le programme est constitué de deux modules thématiques : « Mécanismes moléculaires et physiologiques de la nutrition » et « Mécanismes physiologiques et moléculaires de la reproduction et de la transmission des caractères héréditaires », dans lesquels les activités technologiques sont contextualisées, ainsi que de quatre modules transversaux. Les savoir-faire et concepts de biologie, qui sont mobilisés dans les deux modules thématiques, favorisent la compréhension de phénomènes biologiques, dont la plupart se retrouvent dans le fonctionnement des autres appareils de l'organisme.

Le programme développe une démarche fondée sur la répétition des concepts et des savoir-faire dans des contextes différents permettant leur mémorisation et leur acquisition pérenne. Les items des quatre modules transversaux, « Relations, structures et propriétés des biomolécules », « Relations, structures et fonctions physiologiques », « Milieu intérieur et homéostasie », « Information et communication », sont abordés plusieurs fois afin que soit assurée la maîtrise de certains concepts et savoir-faire en fin de classe de première. Ces items numérotés sont sollicités dans les deux modules thématiques au moment opportun. Certains concepts sont par ailleurs repris ou approfondis en classe de terminale STL biotechnologies.

L'approche repose sur l'activité de l'élève ou d'un groupe d'élèves qui exploitent des résultats de manipulations réalisées au laboratoire et à utilisent des ressources numériques.

Les activités proposées constituent autant de situations propices aux apprentissages visés. Une grande place est laissée à la liberté pédagogique du professeur qui peut sélectionner parmi les activités proposées, celles qui lui

paraissent incontournables, des exemples pouvant être aussi choisis dans d'autres grandes fonctions biologiques pour faire acquérir les savoir-faire et concepts présentés dans les quatre modules transversaux.

■ Liens avec les autres enseignements de STL

L'enseignement de spécialité de biochimie-biologie est en lien avec l'enseignement de spécialité de biotechnologies et celui de physique-chimie et mathématiques. Les concepts de biochimie fondamentale nécessaires à la compréhension de principes de méthodes utilisées au laboratoire de biotechnologies mobilisent entre autres des acquis de chimie de l'enseignement de physique-chimie et mathématiques portant en particulier sur les groupements fonctionnels des molécules du vivant.

Une mise en relation avec l'enseignement moral et civique permet d'explorer les résonances sociétales et éthiques de la connaissance du vivant. Les questions de société peuvent donner lieu à un travail interdisciplinaire au sein d'une équipe pédagogique, associant les professeurs de lettres, d'histoire-géographie, de sciences économiques et sociales et de philosophie.

■ Modalités de lecture du programme

Le programme articule deux modules thématiques avec quatre modules transversaux.

Ces derniers présentent les savoir-faire et concepts désignés par des numéros d'item, correspondant à des savoir-faire et concepts qui concernent les mécanismes moléculaires et physiologiques de la biologie humaine et du monde du vivant en général. Ils sont réinvestis en classe terminale dans l'étude d'autres organismes vivants.

Les modules thématiques se déclinent en différentes sous-parties :

- digestion et excrétion pour les mécanismes moléculaires et physiologiques de la nutrition ~~la fonction de nutrition~~ ;
- physiologie de la reproduction et génétique moléculaire pour les mécanismes physiologiques et moléculaires de la reproduction et de la transmission des caractères héréditaires ~~la fonction de reproduction~~.



Chacune des parties précise les notions déjà abordées dans les programmes de SVT de collège et de seconde. Ces notions doivent être explicitement réactivées afin que soit ensuite assurée la maîtrise de nouveaux concepts s'appuyant sur les acquis des élèves.

Les modules sont construits selon le principe suivant :

- les deux premières colonnes du programme permettent d'identifier les savoir-faire (colonne de gauche) et les concepts (colonne du milieu) indissociables que l'élève doit avoir acquis en fin de formation ;
- dans la colonne présentant les concepts, 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 de distinguer explicitement le sens de ces éléments ;
- la colonne de droite propose des-un choix d'activités technologiques pour développer ces savoir-faire et acquérir ces concepts.

La présentation des modules thématiques comporte quatre colonnes supplémentaires qui renvoient vers les numéros des items correspondant aux quatre modules transversaux.




Ainsi, l'introduction des concepts présentés dans les quatre modules transversaux (relation structure/propriétés, relation structure/fonction, homéostasie, information et communication) s'effectue de manière progressive et intégrée lors de la mise en œuvre des deux modules thématiques.

Modules thématiques			4 modules transversaux			
SAVOIR-FAIRE	CONCEPTS	ACTIVITES TECHNOLOGIQUES	Relation structure/propriétés	Relation structure/fonction	Homéostasie	Information et communication
Établir un lien entre la fonction d'un organe et ...	<ul style="list-style-type: none"> - Fonction d'absorption - ... 	  Observations de coupes histologiques pour caractériser l'organisation ...				

Le savoir-faire « Établir un lien entre... » mobilise le concept « fonction d'absorption » et les items 1, 2, 3, 4, 5 du module transversal « relation structure/fonction ».

Dans les modules transversaux, les activités non contextualisées peuvent être retenues comme des activités d'entrée dans les apprentissages mais également comme des activités de réinvestissement.





Pour accompagner la mise en œuvre du programme, des symboles sont utilisés :








-  : le numérique apporte une réelle plus-value aux activités proposées ;
-  : les expériences impliquent une mise en œuvre expérimentale au laboratoire de biochimie- biologie ;
-  : le sujet se prête à la réalisation de projets, d'interventions de professionnels de santé ou d'étudiants dans le cadre du service sanitaire (politique de prévention) ;
- la double flèche \Leftrightarrow symbolise les liens particuliers à établir avec les enseignements connexes.




PROJET






Modules thématiques




■ 01 – Mécanismes moléculaires et physiologiques de la nutrition

Partie A : Digestion						
Objectif de formation : étudier les mécanismes de la digestion chez l'être humain. Les aliments diversifiés sont digérés pour obtenir différents nutriments qui sont absorbés et distribués par le milieu intérieur. Comprendre comment un déséquilibre alimentaire peut entraîner des pathologies.						
Notions déjà abordées : organisation de l'appareil digestif, surface d'échange, digestion chimique et mécanique, microbiote (cycle 4).						
Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année				
SAVOIR-FAIRE	CONCEPTS	ACTIVITES TECHNOLOGIQUES	Relation structure/propriétés	Relation structure/fonction	Homéostasie	Information et Communication
Identifier les biomolécules qui composent les aliments.	<ul style="list-style-type: none"> - Groupes d'aliments. - Constituants alimentaires. - Biomolécules. 	 Mise en évidence expérimentale de classes de biomolécules dans différents aliments : glucides, lipides, protides, sels minéraux , vitamines. Analyse et comparaison d'étiquettes de produits alimentaires. Comparaison des caractéristiques des aliments simples et transformés.	1 2 3 4 10 11			
Déterminer les besoins nutritionnels quantitatifs et qualitatifs.	<ul style="list-style-type: none"> - Besoins qualitatifs. - Besoins quantitatifs. - Acides aminés essentiels. - Acides gras essentiels. - Allégation / recommandation. - Macronutriment / micronutriment. 	 Analyse d'un plateau repas pour un élève au regard des repères du plan national nutrition santé.  Analyse des apports d'une ration alimentaire équilibrée ou déséquilibrée.				
Représenter par un dessin les organes du tube digestif et les glandes annexes.	<ul style="list-style-type: none"> - Exocrine. - Lumière (milieu extérieur). - Annexe / accessoire. 	  Repérage anatomique des organes digestifs et des glandes annexes et de la lumière en vue de dessiner l'appareil digestif.	-	1 2 7	1	
Établir un lien entre la fonction d'un organe et son organisation histologique.	<ul style="list-style-type: none"> - Fonction d'absorption. - Contraction musculaire lisse. - Péristaltisme. - Différenciation cellulaire. 	  Observations de coupes histologiques pour caractériser l'organisation des tissus spécialisés de deux organes de l'appareil digestif.		1 2 3	1	

Présenter la digestion comme une simplification moléculaire.	<ul style="list-style-type: none"> - Réaction d'hydrolyse. - Aliment/nutriment. - Aliments non digestibles. 	 Digestion <i>in vitro</i> suivie d'une mise en évidence de transformations de biomolécules en nutriments. Mise en évidence de molécules non transformées (fibres alimentaires, cellulose).	1 2 3 4 5 10	3		
Distinguer les mécanismes des digestions enzymatique, chimique et mécanique.	<ul style="list-style-type: none"> - Enzyme. - Température optimale. - pH optimal. - Péristaltisme. - Émulsification. 	Exploitation d'expériences historiques.  Mises en évidence : <ul style="list-style-type: none"> - de l'intérêt de la digestion mécanique ; - du mécanisme d'acidification de la lumière de l'estomac ; - du rôle de la catalyse enzymatique ; - de l'influence des paramètres physico-chimiques sur l'activité enzymatique ; - du rôle de la bile dans la digestion des triglycérides. 	8 12 13	3 5	4	
Montrer que la digestion est dépendante du métabolisme microbien.	<ul style="list-style-type: none"> - Microbiote. - Écosystème. - Symbiose. 	Présentation de travaux scientifiques montrant le rôle du microbiote intestinal dans la digestion. ↔ Biotechnologies				
Construire un schéma fonctionnel présentant le devenir des biomolécules dans le tube digestif	<ul style="list-style-type: none"> - Bol alimentaire. - Chyme/chyle. - Hydrolyse. - Absorption. 	 Analyse des étapes de la digestion au sein du tube digestif.	2 3 4 5 11	1 2 3	1 3	
Expliquer le lien entre la structure de la paroi intestinale et sa fonction d'absorption, à tous les niveaux d'organisation.	<ul style="list-style-type: none"> - Villosités / microvillosités. - Cellule polarisée. - Membrane apicale / membrane basale. - Perméabilité membranaire. - Diffusion. - Transporteur. - Transport passif / transport actif. - Gradient électrochimique. - Co-transport. 	 Observations de coupes histologiques et de micrographies de la paroi intestinale.   Présentation de la perméabilité d'une membrane biologique.  Présentation des modalités d'absorption du glucose et des acides gras à chaînes courtes par un entérocyte.	2 4 10 11 12 13	1 2 3	1 3 4	
Mettre en relation la nature des nutriments et leur circulation dans le milieu intérieur.	<ul style="list-style-type: none"> - Circulation lymphatique. - Circulation sanguine. - Système porte. 	Suivi du trajet de quelques nutriments (glucose, ions, vitamines liposolubles). Schématisation du système porte hépatique.	2 11 12	2 3	1 2 3	

Schématiser le stockage et la libération des nutriments dans le cas des hépatocytes et des adipocytes.	<ul style="list-style-type: none"> - Anabolisme / catabolisme. - Adipocytes. - Hépatocytes. - Glycogénogenèse / glycogénolyse. - Lipogenèse / lipolyse. 	 Observation de formes de stockage sur une préparation microscopique.  Réalisation de schémas présentant quelques voies métaboliques simplifiées (glycogénogenèse, glycogénolyse, lipogenèse, lipolyse). <i>Le cas particulier des myocytes peut être abordé.</i>	2 3 10	1 2 3 4	2 3 4	
Expliquer le rôle de l'insuline et du glucagon dans la régulation de la glycémie.	<ul style="list-style-type: none"> - Homéostasie. - Hormone. - Endocrine. - Hyperglycémie / hypoglycémie. - Boucle de régulation. 	Comparaison de glycémies préprandiale et postprandiale.  Mise en évidence du rôle de l'insuline et du glucagon. Étude de cas cliniques de diabète sucré.	2 3	2	2 4 5	6 7 8 9 10

Partie B : Excrétion						
Objectif de formation : étudier les mécanismes de formation de l'urine par le rein ; élimination des déchets de l'organisme, régulation de la quantité d'eau et de la composition du sang.						
Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année				
SAVOIR-FAIRE	CONCEPTS	ACTIVITÉS TECHNOLOGIQUES	Relation structure/propriétés	Relation structure/fonction	Homéostasie	Information et Communication
Représenter par un dessin les organes de l'appareil urinaire	<ul style="list-style-type: none"> - Lumière (milieu extérieur). - Uretère / urètre. 	  Repérage anatomique et observation des organes, des voies urinaires et de la lumière en vue de dessiner l'appareil urinaire.		1 2 3 7	1	
Identifier l'unité fonctionnelle de formation de l'urine.	<ul style="list-style-type: none"> - Néphron. 	 Observation de lames d'histologie.  Localisation du néphron à l'échelle du rein.		1 3		
Illustrer les rôles du rein dans l'élimination de l'eau et de métabolites.	<ul style="list-style-type: none"> - Diurèse. - Métabolites. 	Comparaison de la composition du plasma et de l'urine définitive.  Comparaison d'un hémodialyseur et d'un rein.	2	2	1 2 5	
Expliquer les mécanismes de formation de l'urine et leur localisation.	<ul style="list-style-type: none"> - Filtration sélective. - Réabsorption. - Excrétion. 	Comparaison de la composition du sang, du plasma, de l'urine primitive et de l'urine définitive. Exploitation d'un schéma fonctionnel du néphron.	2 12 13	1 3	1 2 4	

Mettre en relation la structure du corpuscule rénal et sa fonction de filtration.	<ul style="list-style-type: none"> - Glomérule. - Podocytes. - Pédicelles. 	<p>Analyse de clichés de corpuscules rénaux.</p> <p> Étude de la maladie de Berger pour établir un lien entre la taille des molécules filtrées et la structure du corpuscule.</p>		1 2 3 4	1	
Expliquer à partir d'un schéma le mécanisme moléculaire de la réabsorption du glucose.	<ul style="list-style-type: none"> - Saturation. - Transporteur. - Transport passif / transport actif. - Gradient électrochimique. - Co-transport. 	<p>Étude des conséquences d'une hyperglycémie pathologique sur la composition de l'urine.</p> <p> Mise en évidence du point commun entre les transports de glucose au niveau des cellules tubulaires proximales et des entérocytes.</p>	2 12 13	1 3 4	2 4 5	
Expliquer à partir d'un schéma simple la réabsorption d'eau régulé par l'ADH.	<ul style="list-style-type: none"> - Réabsorption. - Gradient hydrique. - Aquaporine. - Volémie. - Hormone. - Membrane apicale / membrane basale. 	<p> Étude de cas cliniques de diabète insipide.</p> <p>Étude de l'action principale de l'ADH sur la perméabilité à l'eau des cellules du tube collecteur.</p> <p>Étude de l'action inhibitrice de l'éthanol sur la sécrétion d'ADH par la neurohypophyse.</p>	5 13	1 3 4 5	1 2 4 5	6 7 8 9 10

■ 02 – Mécanismes physiologiques et moléculaires de la reproduction et de la transmission des caractères héréditaires




Partie C : Physiologie de la reproduction














Objectif de formation : étudier les mécanismes moléculaires et cellulaires et la régulation hormonale de la production des gamètes masculins et féminins. Mettre en lien avec les stratégies de maîtrise de la procréation.

Notions déjà abordées : organisation anatomique et rôle des appareils reproducteurs masculin et féminin. Systèmes nerveux et endocrinien, notion de glande endocrine et d'hormone, principales méthodes de contraception, principales méthodes d'assistance médicale à la procréation (AMP) (cycle 4 et 2GT).

Pour l'élève, objectifs en fin de formation

Pour l'enseignant, en cours d'année







SAVOIR-FAIRE	CONCEPTS	ACTIVITÉS TECHNOLOGIQUES				
			Relation structure/propriétés	Relation structure/fonction	Homéostasie	Information et Communication
Représenter par un dessin les principaux organes des appareils reproducteurs féminin et masculin.	<ul style="list-style-type: none"> - Appareil génital. - Voie génitale. - Gonade. - Glandes annexes. 	<p> Repérage anatomique et observation des organes et des glandes annexes en vue de dessiner les appareils reproducteurs.</p>		1 2 7		
Associer une fonction aux principaux organes	<ul style="list-style-type: none"> - Production de gamètes. - Nidation. 	<p> Observations de coupes de testicule, d'ovaire ou d'utérus.</p>		2 3		
Expliquer à partir de documents le	<ul style="list-style-type: none"> - Gonade. - Hormone. 	<p> Analyse de cas cliniques ou d'expériences réalisées sur des</p>	11	1	5	6






contrôle de la gamétogenèse et des caractères sexuels secondaires masculins par la testostérone.	<ul style="list-style-type: none"> - Puberté. - Régulation. - Caractères sexuels secondaires / caractères sexuels primaires. 	<p>modèles animaux.</p> <p> Observation de coupes de testicules pour localiser les cellules de Leydig.</p>				7 8 9
Expliquer à partir de documents le caractère cyclique du fonctionnement de l'ovaire en lien avec les concentrations des hormones hypophysaires.	<ul style="list-style-type: none"> - Folliculogenèse. - Corps jaune. - Ovulation. - Hypophyse. - Seuil de concentration. - 	<p> Analyse de clichés d'échographie d'ovaires à différents stades.</p> <p>Explicitation des sigles FSH et LH en lien avec leur activité.</p> <p>Analyse de courbes montrant l'activité cyclique des sécrétions hormonales hypophysaires.</p>	11	7	2 5	6 7 8 9 10
Expliquer à partir d'un document l'évolution de l'utérus en cas ou non de fécondation en faisant le lien avec l'impact des concentrations en œstrogènes et en progestérone sur l'endomètre.	<ul style="list-style-type: none"> - Cycle utérin. - Prolifération. - Endomètre. - Nidation. - Menstruations. 	<p> Étude des modalités de traitement de la stérilité par autogreffe de gonades ou traitement substitutif hormonal.</p> <p> Exploitation de coupes histologiques d'utérus en fonction du cycle en lien avec les concentrations hormonales.</p>		2 3	2 5	6 7 8 9 10
Expliquer à partir de schémas fonctionnels la régulation des axes gonadotropes féminin et masculin.	<ul style="list-style-type: none"> - Cascade de régulation. - Rétrocontrôle négatif. - Rétrocontrôle positif. - Valeur seuil. - Hypothalamus / hypophyse. - Assistance médicale à la procréation (AMP). 	<p> Utilisation de supports anatomiques pour visualiser la localisation respective de l'hypothalamus et de l'hypophyse.</p> <p> Analyse d'expériences historiques ou de cas cliniques permettant de montrer la cascade des contrôles et rétrocontrôles.</p> <p>Construction de schémas fonctionnels de synthèse comparant la régulation hormonale chez l'homme et la femme.</p> <p> Analyse d'un protocole simplifié de stimulation ovarienne dans le cadre de l'AMP.</p>	11	1 2	2 3 5	6 7 8 9 10
Mettre en relation à partir de documents le mode d'action d'une méthode contraceptive hormonale et le fonctionnement des appareils génitaux.	<ul style="list-style-type: none"> - Rétrocontrôle. - Glaière cervicale. - Ovulation. - Contraception d'urgence. 	<p>  Identification des différents stades de la reproduction sexuée féminine pouvant servir de cible à un contrôle hormonal.</p> <p>  Étude du mode d'action d'une pilule progestative et comparaison des concentrations hormonales physiologiques avec et sans contraceptif.</p> <p>  Exploration de stratégies de recherche sur les contraceptifs masculins.</p>	11	1 2	4 5	6 7 8 9 10

Partie D- Génétique moléculaire

Objectif de formation : étudier le caractère variable de la transmission des caractères phénotypiques parentaux d'une génération.

Notions déjà abordées : ADN, support de l'information génétique. Cellules somatiques à 46 chromosomes, gamètes à 23 chromosomes (cycle 4 et 2GT).

<i>Pour l'élève, objectifs en fin de formation</i>		<i>Pour l'enseignant, en cours d'année</i>				
SAVOIR-FAIRE	CONCEPTS	ACTIVITES TECHNOLOGIQUES	Relation structure/propriétés	Relation structure/fonction	Homéostasie	Information et Communication
Expliquer à partir d'un support le mécanisme de production de gamètes haploïdes.	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Mitose-Division</u> équationnelle / <u>mitose division</u> réductionnelle. - Phases d'une mitose. - Méiose / mitose - Chromosomes homologues. - Chromatides. - Division asymétrique. 	<p> Repérage des différentes phases de la méiose à partir de photographies.</p> <p>Comparaison de la chronologie des étapes de la gamétogenèse chez la femme et chez l'homme.</p> <p> Observation d'images mettant en évidence la formation d'un globule polaire.</p>		4 6		4 5
Identifier chaque stade de différenciation cellulaire de la formation des gamètes.	<ul style="list-style-type: none"> - Spermatogenèse. - Spermatozoïde. - Ovogenèse. - Ovocyte. 	<p> Analyse des critères d'observation microscopiques permettant la reconnaissance des stades de la gamétogenèse à partir de coupes d'ovaire et de testicule.</p>		1 3 4		4 5
Décrire la chronologie du processus de fécondation.	<ul style="list-style-type: none"> - Ovulation. - Ovocyte II. - Métaphase II. - Fécondation. - Génome nucléaire. 	<p> Observation d'électronographies pour repérer les organites des gamètes.</p> <p> Analyse à l'aide d'une vidéo du trajet des gamètes et du déroulement de la fécondation.</p>		1 2 4 6		
Montrer les conséquences chromosomiques de la fécondation.	<ul style="list-style-type: none"> - Diploïde / haploïde. - Additivité des génomes nucléaires. - Génome mitochondrial. 	<p> Comparaison de caryotypes de gamètes et de cellules œuf.</p> <p>Analyse d'un caryotype dans le cas d'un gamète présentant une anomalie en lien avec la méiose.</p> <p>Étude d'un cas clinique lié à une mutation du génome mitochondrial et de sa transmission uniquement maternelle.</p>		4 6		5



Expliquer par un dessin comment la méiose et la fécondation permettent les deux types de brassage chromosomique.	<ul style="list-style-type: none"> - Brassage interchromosomique / intrachromosomique. - Appariement. - Chromosomes homologues. - Crossing-over. - Ségrégation aléatoire. 	<ul style="list-style-type: none">  Exploitation d'électronographies. Exercices de simulation de méioses et de fécondation. 		1 6		1 5
Mettre en relation génotype et phénotype à l'échelle moléculaire à l'aide d'un exemple.	<ul style="list-style-type: none"> - Génotype / phénotype. - Gène / allèle. - Mutation visible. - Caractères observables. 	<ul style="list-style-type: none">  Comparaison de séquences alléliques différentes d'un même gène pour des individus de phénotypes différents simples à visualiser (drépanocytose, albinisme...).  Exercices comparés de transcription et traduction de séquences portant ou non une mutation ponctuelle. 	2 5 6 7 8 9			1 2 3
Identifier le mode de transmission d'un caractère héréditaire à partir d'un arbre généalogique.	<ul style="list-style-type: none"> - Homozygote / hétérozygote. - Allèles. - Dominance. - Récessivité. - Autosome / gonosome. 	<ul style="list-style-type: none">  Analyse comparée d'arbres généalogiques.  Construction d'un tableau de croisement de gamètes. 				1 2 3 5




Modules transversaux


■ 1-A – Relations structures et propriétés des biomolécules

Objectif de formation : étudier les liens entre la structure et les propriétés physico-chimiques des biomolécules ainsi que la nature des interactions intermoléculaires à l'origine de phénomènes biologiques dynamiques.

Notions déjà abordées : molécule organique, molécule minérale, atome, ion (2GT).

<i>Pour l'élève, objectifs en fin de formation</i>		<i>Pour l'enseignant, en cours d'année</i>	
<i>item</i>	<i>SAVOIR-FAIRE</i>	<i>CONCEPTS</i>	<i>ACTIVITÉS TECHNOLOGIQUES</i>
1	Identifier les principales fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, amine, amide, ester) associées aux groupes caractéristiques dans une molécule.	<ul style="list-style-type: none"> - Fonction chimique. - Groupe caractéristique. 	Activités de tri et de repérage des groupes caractéristiques dans des molécules organiques variées d'intérêt. ⇔ Physique-chimie et mathématiques
2	Représenter la formule semi-développée cyclique du D-glucose. Comparer les formules semi-développées cycliques et linéaires des molécules de D-galactose, D-fructose, D-ribose, D-désoxyribose à celle du D-glucose.	<ul style="list-style-type: none"> - Représentation plane de Haworth. - Représentation plane de Fischer. - Projection. - Aldose. - Cétose. - Hexose / pentose. 	 Construction ou manipulation de modèles moléculaires. Comparaison des principaux oses au D-glucose. Activités de tri et de repérage. Activités de mémorisation de la molécule de D-glucose. (⇔ Physique-chimie et mathématiques)
3	Identifier dans le maltose, lactose, saccharose, amidon et glycogène la nature du(des) ose(s).	<ul style="list-style-type: none"> - Monomère / dimère. - Monomère / polymère. - Liaison osidique. - Ose / oside. - Holoside. 	Activités de tri et de repérage de la nature du(des) ose(s) au sein d'un oside simple.
4	Représenter la formule générique d'un acide α -aminé de la série L. Expliquer la nature asymétrique de l'atome de carbone α dans un acide aminé.	<ul style="list-style-type: none"> - Fonction amine. - Fonction acide carboxylique. - Radical. - Projection de Fischer. - Acide α-aminé. - Acide aminé L. 	 Construction ou manipulation de modèles moléculaires. Écriture en formule semi-développée d'une molécule d'acide α -aminé. ⇔ Physique-chimie et mathématiques
5	Schématiser la structure primaire d'un peptide en mettant en évidence la liaison peptidique.	<ul style="list-style-type: none"> - Liaison peptidique. - Séquence d'acides aminés. - Extrémité C-terminale. - Extrémité N-terminale. 	Représentations en formule semi-développée de peptides simples. Repérage des liaisons peptidiques au sein d'un peptide. Orientation de séquences peptidiques.




6	<p>Identifier la cystéine, la valine, la sérine, la lysine et l'acide glutamique.</p> <p>Repérer un acide aminé hydrophobe au sein d'une protéine.</p> <p>Identifier au sein d'une protéine la nature des liaisons intervenant dans sa structure tridimensionnelle.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pont disulfure. - Interactions hydrophobes. - Liaison ionique. - Structure tridimensionnelle. - Protéine fonctionnelle. 	<p>Utilisation d'un tableau présentant les classes d'acides aminés.</p> <p> Exploitation de documents, de banques de données numériques et/ou de logiciels de modélisation moléculaire de protéines pour relier les propriétés des chaînes latérales des acides aminés à la structure tridimensionnelle.</p> <p>Mise en évidence du lien entre la structure et la fonction de l'hémoglobine dans le contexte de la drépanocytose.</p>
7	<p>Repérer au sein d'un acide nucléique la base, l'ose et le groupement phosphate composant les nucléotides.</p> <p>Représenter une séquence nucléotidique à l'aide des lettres symboles représentant les bases azotées.</p> <p>Identifier les points communs et les différences entre une molécule d'ADN et une molécule d'ARN.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nucléotide. - Ribose / désoxyribose. - Base azotée. - ATCG/AUCG. - Orientation 5'→3'. - Brin d'ADN/brin d'ARN. 	<p>Description de la structure primaire de l'ADN.</p> <p> Visualisation 3D à l'aide de logiciels.</p> <p>Repérage de l'orientation de la liaison phosphodiester.</p> <p>Orientation d'une séquence de nucléotides.</p>
8	<p>Expliquer l'influence des paramètres physicochimiques sur la conformation des biomolécules.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Liaisons faible intramoléculaire. - Structure tridimensionnelle. - Dénaturation. - pH limite. - Température limite. 	<p>Mise en évidence de l'importance des liaisons faibles en faisant varier le pH ou la température.</p>
9	<p>Expliquer le rôle des liaisons hydrogène entre les acides nucléiques monocaténaire pour leur interaction spécifique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Liaisons hydrogène inter-caténaires. - A≡T. - C≡G. - A≡U. - Hybridation moléculaire. 	<p>Repérage visuel des liaisons hydrogène entre les bases azotées de deux brins d'ADN complémentaires antiparallèles.</p>
10	<p>Représenter la formule semi-développée d'un acide gras saturé.</p> <p>Représenter la formule semi-développée d'un acide gras mono-insaturé à partir de son écriture en nomenclature officielle.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fonction acide carboxylique. - Chaîne carbonée. - Saturation / insaturation. - Nomenclature officielle des acides gras insaturés. 	<p>Écriture en formule semi-développée de quelques acides gras saturés et insaturés.</p> <p>Repérage des insaturations.</p> <p> Manipulation de maquettes moléculaires.</p>
11	<p>Reconnaître le noyau stérane d'une hormone stéroïdienne ou d'une vitamine liposoluble.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cholestérol. - Noyau stérane. 	<p>Comparaison de la structure des hormones stéroïdiennes de la reproduction et de la vitamine D avec celle du cholestérol.</p>





12	Identifier dans une biomolécule les zones pouvant interagir avec l'eau. Prévoir les liaisons faibles qui peuvent s'établir avec l'eau.	<ul style="list-style-type: none"> - Électronégativité. - Polarité. - Liaison hydrogène. - Hydrophile/hydrophobe. 	Repérage des parties hydrophobe et hydrophile d'une biomolécule. Activités expérimentales permettant de relier la polarité des molécules à leurs propriétés hydrophobes ou hydrophiles. Interprétation d'associations de phospholipides en micelles.
13	Schématiser un phospholipide. Représenter schématiquement une membrane biologique dans un environnement aqueux. Expliquer la différence fonctionnelle entre un récepteur et un transporteur.	<ul style="list-style-type: none"> - Bicouche phospholipidique. - Protéine membranaire. - Transporteur / récepteur. - Micelle. - Phospholipide. - Acide gras. - Amphiphile. 	Repérage des parties hydrophiles ou hydrophobes d'une molécule pour prédire ses propriétés vis-à-vis de la membrane plasmique.  Observation d'électronographies ou de vidéos. Analyse de différents schémas de cellules présentant des récepteurs et des transporteurs afin de les différencier (entérocytes, cellule rénale...).

■ 2-B – Relations structures et fonctions physiologiques

Objectif de formation : étudier les différents niveaux d'organisation (appareils, organes, tissus, cellules) des organismes vivants et examiner en quoi leur structure est déterminante pour le fonctionnement de l'organisme.

Notions déjà abordées : notion d'être vivant, organismes, appareils, organes, cellules (cycle 4).



<i>Pour l'élève, objectifs en fin de formation</i>			<i>Pour l'enseignant, en cours d'année</i>
item	SAVOIR-FAIRE	CONCEPTS	ACTIVITÉS TECHNOLOGIQUES
1	Estimer l'ordre de grandeur des objets d'étude à l'échelle microscopique. Associer un type de microscope à la taille de la structure observée.	<ul style="list-style-type: none"> - Ordre de grandeur. - Échelle. - Agrandissement / grossissement. - Microscopie optique. - Microscopie électronique. 	Comparaison de différentes échelles de photographies microscopiques en vue de déterminer la nature du microscope utilisé.  Observation de clichés obtenus par microscopie photonique et microscopie électronique. Détermination de la taille réelle d'une cellule et d'un organite. ↔ Biotechnologies
2	Expliquer la contribution du rôle des organes à la fonction d'un appareil.	<ul style="list-style-type: none"> - Liens anatomiques. 	Activités montrant la coopération entre les organes de l'appareil digestif ou de l'appareil reproducteur.
3	Expliquer le lien entre la structure d'un tissu épithélial et la fonction de l'organe.	<ul style="list-style-type: none"> - Surface d'échange. - Fonction exocrine. - Cellule polarisée. - Membrane basale / membrane apicale. - Absorption. - Lumière. - Jonctions serrées. 	 Observations de coupes histologiques d'intestin, de testicule, d'ovaire, d'utérus, de néphron, de pancréas.  Observation d'électronographies.

4	Schématiser une cellule eucaryote avec ses organites.	<ul style="list-style-type: none"> - Organites. - Membrane / enveloppe. 	 Observations de cellules au sein de différents tissus et d'électronographies. Comparaison avec la structure des cellules procaryotes. ⇔ Biotechnologies
5	Décrire le rôle du réticulum endoplasmique et de l'appareil de Golgi en lien avec leurs structures membranaires.	<ul style="list-style-type: none"> - Exocytose. - Sécrétion / excrétion. - Vésicule. 	Illustration du rôle du réticulum endoplasmique et de l'appareil de Golgi.  Observation d'électronographies ou d'autoradiographies.
6	Expliquer le rôle du noyau dans la protection du matériel génétique.	<ul style="list-style-type: none"> - Enveloppe nucléaire. - Pore nucléaire. - Chromatide. - Chromosome. - Mitose. 	 Observation de noyaux à l'aide d'électronographies.  Visualisation d'une vidéo afin d'observer le réarrangement de l'enveloppe nucléaire au cours de la mitose. Illustration du rôle du noyau et du pore nucléaire.
7	Relier le choix d'une technologie d'imagerie médicale à la nature du tissu observé. Différencier sur une radiographie les os des tissus mous environnants.	<ul style="list-style-type: none"> - Rayons X. - Ultrasons. - Tissu mou. - Tissu opaque aux électrons. - Produit de contraste. 	Comparaison des informations apportées par la radiographie aux rayons X et par l'échographie. Mise en relation de la nature des radiations et de leurs interactions avec les structures anatomiques explorées.

■ 3C – Milieu intérieur et homéostasie

Objectif de formation : comprendre l'importance des échanges de matière entre le milieu intérieur et les cellules. Analyser comment le maintien en équilibre dynamique des paramètres physiologiques assure la stabilité du milieu intérieur et le bon fonctionnement de l'organisme à toutes ses échelles.

Notions déjà abordées : niveau d'organisation du vivant, système cardiovasculaire (cycle 4), hormones sexuelles (2GT), espèce chimique, mélange, solubilité, propriétés acido-basiques (programme physique-chimie cycle 4).

<i>Pour l'élève, objectifs en fin de formation</i>			<i>Pour l'enseignant, en cours d'année</i>
item	SAVOIR-FAIRE	CONCEPTS	ACTIVITÉS TECHNOLOGIQUES
1	Situer les différents compartiments liquidiens de l'organisme.	<ul style="list-style-type: none"> - Sang / plasma. - Liquide interstitiel. - Lymphé canalisée. - Liquide intracellulaire / liquide extracellulaire. 	 Exploitation de clichés d'imagerie médicale.  Utilisation d'outils informatiques présentant des images d'anatomie humaine. Schématisation du trajet d'une molécule dans les différents compartiments liquidiens au cours de l'absorption intestinale.



2	Comparer la composition de différents compartiments liquidiens de l'organisme.	<ul style="list-style-type: none"> - Cellules sanguines. - Ions. - Biomolécules. - Valeur de référence. - Intervalle physiologique. 	Exploitation de résultats d'analyses biologiques et biochimiques des liquides de l'organisme.
3	Schématiser le trajet d'une biomolécule dans les circulations sanguine et lymphatique.	<ul style="list-style-type: none"> - Appareil circulatoire. - Système lymphatique. - Continuité anatomique. - Système porte. 	Exploitation de clichés d'imagerie médicale utilisant des biomolécules marquées.
4	Caractériser un mécanisme de transfert de matière entre deux compartiments liquidiens de l'organisme.	<ul style="list-style-type: none"> - Transport actif / transport passif. - Diffusion. - Transporteur. - Membrane cellulaire. 	Identification d'un phénomène d'osmose. Caractérisation d'un échange transmembranaire.
5	Repérer les différents éléments d'une boucle de régulation au service du maintien d'une homéostasie.	<ul style="list-style-type: none"> - Valeur de consigne. - Capteur. - Effecteur. - Réponse adaptée. - Grandeur régulée. - Rétroaction. 	Exploitation des conséquences pathologiques d'un dysfonctionnement de l'homéostasie. Expériences de suivi de perturbations du milieu intérieur (exemple de l'hyperglycémie provoquée).

■ 4-D – Information et communication

Objectif de formation : étudier comment les systèmes vivants communiquent et maintiennent leur intégrité et leur identité en échangeant de l'information. Présenter les biomolécules comme support de l'information.

Notions déjà abordées : chromosome, ADN, information génétique, division cellulaire (cycle 4) ; communication sanguine, notion d'hormone (seconde).

<i>Pour l'élève, objectifs en fin de formation</i>			<i>Pour l'enseignant, en cours d'année</i>
Item	SAVOIR-FAIRE	CONCEPTS	ACTIVITÉS TECHNOLOGIQUES
1	Montrer que les propriétés informatives des acides nucléiques sont liées à leur structure primaire.	<ul style="list-style-type: none"> - Séquence nucléotidique. - Orientation 5'→3'. - ARN messager. - Codage de l'information. - Support de l'information. 	Exploitation de résultats d'expériences historiques pour déduire l'importance de l'ADN dans l'acquisition de phénotypes. Exploitation des résultats d'expériences historiques pour déduire le rôle de l'ARN messager. Analyse d'articles de vulgarisation scientifique évoquant l'édition du génome et les modifications génétiques de cellules. (⇔ Biotechnologies)
2	Schématiser les principales étapes de la synthèse des protéines à partir de l'ADN.	<ul style="list-style-type: none"> - Séquence nucléotidique. - ARN messager. - ARN polymérase - Transcription / traduction. - Code génétique. - Codon. - Séquence peptidique. - Ribosome. 	Déduction de la séquence d'un ARNm et d'un peptide à partir d'un brin transcrit d'ADN en utilisant le code génétique. Exploitation de résultats d'expériences historiques d'autoradiographie afin de construire un schéma.

3	Déterminer la conséquence d'une mutation d'une séquence nucléotidique d'ADN sur la séquence peptidique.	<ul style="list-style-type: none"> - Protéine non fonctionnelle. - Cadre de lecture. - Mutation faux-sens / mutation non-sens. - Allèle sauvage. - Mutation silencieuse. - Génotype. - Phénotype. 	Exercices de transcription et de traduction comparés de portions d'allèles sauvages et mutés pour différents types de mutations ponctuelles. Analyse des conséquences phénotypiques d'une mutation ponctuelle dans différentes situations.
4	Expliquer les modalités de répartition de l'ADN lors de la mitose. Tracer une courbe représentant la quantité d'ADN génomique en fonction de la phase du cycle cellulaire.	<ul style="list-style-type: none"> - Réplication. - Mitose. - ADN polymérase. - Fidélité. - Fuseau mitotique. - Microtubule. - Séparation des chromatides. 	Analyse de courbes présentant la variation de la quantité d'ADN en fonction du cycle cellulaire. Identification de la phase du cycle en fonction du nombre et de la localisation des chromatides composant les chromosomes.  Visualisation de vidéos présentant les modalités de séparation du matériel génétique au cours de la mitose.
5	Expliquer les modalités de répartition de l'ADN lors de la méiose. Tracer une courbe représentant la quantité d'ADN génomique en fonction de la phase du cycle cellulaire.	<ul style="list-style-type: none"> - Séparation des chromosomes homologues. - Mitose / méiose. - Mitose réductionnelle / mitose équationnelle. 	 Visualisation de vidéos présentant les modalités de séparation du matériel génétique au cours de la méiose. Construction d'un schéma mettant en évidence la répartition des chromosomes et des chromatides au cours de la méiose. Analyse de courbes présentant la variation de la quantité d'ADN au cours de la méiose.
6	Expliquer l'organisation générale d'une voie de communication.	<ul style="list-style-type: none"> - Émetteur. - Messenger. - Effecteur. - Voie de transmission. 	Exploitation de ressources documentaires ou historiques pour mettre en évidence l'importance des différents acteurs d'une voie de communication.
7	Réaliser un schéma mettant en évidence les principaux acteurs d'une communication hormonale.	<ul style="list-style-type: none"> - Glande endocrine. - Sécrétion. - Hormone. - Voie sanguine. - Cellule cible. - Récepteur hormonal. - Spécificité hormone-récepteur. 	Construction d'un schéma fonctionnel à partir d'un texte décrivant l'intervention des acteurs.
8	Identifier les caractéristiques d'une hormone.	<ul style="list-style-type: none"> - Cellule cible. - Greffe. - Voie sanguine. 	Analyse d'expériences historiques ou d'articles scientifiques. Conception d'expériences permettant de montrer qu'une molécule présente les propriétés d'une hormone.

9	Préciser le mode d'action d'une hormone hydrophile et d'une hormone hydrophobe à l'échelle de la cellule cible.	<ul style="list-style-type: none"> - Hormone peptidique hydrophile / hormone stéroïdienne. - Récepteur membranaire / récepteur intracellulaire. 	Comparaison de la structure et du mode d'action d'une hormone hydrophobe et d'une hormone hydrophile.
10	Schématiser une boucle de régulation de la sécrétion hormonale. Identifier dans une boucle le type de régulation en indiquant les activations et les inhibitions.	<ul style="list-style-type: none"> - Boucle de régulation. - Rétrocontrôle négatif. - Rétrocontrôle positif. - Activateur. - Inhibiteur. - Homéostasie. 	Construction d'un schéma fonctionnel à partir d'une source documentaire.

PROJET

ANNEXE 2

Programme d'enseignement de spécialité de biotechnologie de la classe de première de la voie technologique, série sciences et technologies de laboratoire (STL)

Sommaire

Préambule	2
■ Objectifs de formation	2
■ Repères pour l'enseignement	2
■ Liens avec les autres enseignements de STL	3
■ Modalités de lecture du programme	3
Travailler ensemble au laboratoire de biotechnologies	5
A – S'initier à la recherche expérimentale et à la démarche de projet en biotechnologies	5
B – Prévenir les risques au laboratoire de biotechnologies	6
C – Obtenir des résultats de mesure fiables	8
D – Utiliser des outils numériques en biotechnologies	10
Acquérir les fondamentaux technologiques et scientifiques des biotechnologies	12
1 – Observer la diversité du vivant à l'échelle microscopique	12
2 – Cultiver des micro-organismes	13
3 – Caractériser pour identifier les micro-organismes	15
4 – Réaliser un dénombrement de micro-organismes présents dans un produit biologique	15
5 – Préparer des solutions utilisables au laboratoire	16
7 – Séparer les composants d'un mélange	19
8 – Déterminer la concentration d'une biomolécule dans un produit biologique	20
Annexe : thématiques pour l'enseignement de biotechnologies	22

Préambule

L'enseignement de spécialité de biotechnologies s'inscrit dans la continuité des enseignements scientifiques du collège et de la seconde. Par une approche concrète au laboratoire, il vise à développer des compétences scientifiques et technologiques en biotechnologies, lesquelles sont définies par l'Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE) 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 ». Cet enseignement est assuré par des professeurs ayant des compétences solides de pratique en laboratoire de biotechnologies qui permettent une mise en œuvre rigoureuse des manipulations, l'acquisition de la démarche de prévention des risques au laboratoire et la transmission des fondamentaux de la métrologie. Ils sont également capables de faire acquérir tous les concepts scientifiques qui sous-tendent les méthodes du laboratoire ainsi que le raisonnement scientifique associé qui permet de formuler une hypothèse, d'élaborer un protocole expérimental et d'analyser les résultats d'une expérience.

■ Objectifs de formation

L'enseignement de spécialité de biotechnologies vise la formation scientifique et technologique en biologie des élèves au cours du cycle terminal. Le programme de première assure l'acquisition de certains des concepts fondamentaux, en particulier scientifiques, nécessaires à la poursuite d'études dans le supérieur. Ils sont approfondis en classe terminale simultanément à l'introduction de nouveaux concepts.

Les connaissances et les capacités visées sont validées au cours de la classe terminale. Les objectifs sont les suivants :

- développer sa curiosité dans différents domaines scientifiques ;
- mettre en œuvre en autonomie des activités expérimentales en biotechnologies ;
- acquérir la rigueur d'une démarche expérimentale par une confrontation au réel ;
- construire un raisonnement scientifique pour émettre et répondre à des hypothèses ;
- s'approprier la démarche d'analyse par l'approche expérimentale ;
- développer une pensée réflexive et critique ;
- formuler une argumentation rigoureuse et structurée ;
- s'investir dans un projet et prendre des initiatives.

■ Repères pour l'enseignement

L'enseignement repose principalement sur des activités technologiques contextualisées dont la plupart sont à réaliser au laboratoire de biotechnologies. Il permet l'accès aux concepts scientifiques et technologiques. Les élèves manipulent individuellement afin d'acquérir progressivement une pratique solide du laboratoire. Ils peuvent être également amenés à se partager les tâches afin de travailler en complémentarité au sein de petits groupes.

L'enseignement vise à découvrir et acquérir des concepts fondamentaux de biologie et de biotechnologies nécessaires à des études supérieures. Il prend appui sur les activités technologiques proposées afin que l'élève atteigne les objectifs de formation visés.

Les objectifs d'acquisition des savoir-faire technologiques visés en fin de formation s'intègrent dans une logique de progressivité entre la classe de première et la classe terminale, et reposent sur une approche itérative. Ainsi, certaines techniques essentielles, comme les dosages spectrophotométriques ou la culture de micro-organismes, sont réalisées plusieurs fois dans des situations différentes afin de permettre l'acquisition d'un réel savoir-faire.

La contextualisation des activités technologiques repose sur les propositions de thématiques de biotechnologies qui constituent la dernière partie de ce programme. La construction de l'enseignement de biotechnologies fait donc appel à l'initiative et la créativité pédagogique du professeur.

■ Liens avec les autres enseignements de STL

L'enseignement de spécialité de biotechnologies développe des liens avec l'enseignement de spécialité biochimie-biologie et avec celui de physique-chimie et mathématiques. Il mobilise en particulier des outils mathématiques pour traiter les résultats expérimentaux obtenus par les élèves au laboratoire et des fondamentaux de chimie pour la mise en œuvre de certaines manipulations de biochimie au laboratoire.

Grâce à une forte contextualisation au sein des multiples domaines dans lesquels sont utilisées les biotechnologies, cet enseignement est le support des situations d'apprentissage du co-enseignement d'ETLV qui conduit au développement de compétences en langue étrangère, en particulier en langue anglaise, privilégiée pour la communication scientifique.

En outre, des liens avec l'enseignement moral et civique permettent d'explorer les résonances avec les questions de société et les enjeux éthiques des biotechnologies. Ainsi, les questions de société peuvent donner lieu à un travail interdisciplinaire au sein d'une équipe pédagogique, associant les professeurs de lettres, d'histoire-géographie, de sciences économiques et de philosophie.

■ Modalités de lecture du programme

Le programme est constitué de huit modules disciplinaires :

1 – Observer la diversité du vivant à l'échelle microscopique,

2 – Cultiver des micro-organismes,

3 – Caractériser pour identifier les micro-organismes,

4 – Réaliser un dénombrement de micro-organismes présents dans un produit biologique,

5 – Préparer des solutions utilisables au laboratoire,

6 – Détecter et caractériser les biomolécules,

7 – Séparer les composants d'un mélange,

8 – Déterminer la concentration d'une biomolécule dans un produit biologique,

portant sur le cœur des biotechnologies, et de quatre modules transversaux. Les activités mises en œuvre sont contextualisées dans des thématiques qui relèvent des différents domaines des biotechnologies. Ainsi, les savoir-faire, attitudes et concepts essentiels permettant de « travailler ensemble au laboratoire de biotechnologies » traversent les « fondamentaux technologiques et scientifiques des biotechnologies » et composent un enseignement permettant l'acquisition de compétences et de savoirs associés :

- s'initier à la recherche expérimentale et à la démarche de projet en biotechnologies ;
- prévenir les risques au laboratoire de biotechnologies ;
- obtenir des résultats de mesure fiables ;
- utiliser des outils numériques en biotechnologies.

Les concepts à maîtriser (colonne centrale) sont associés aux savoir-faire visés (colonne de gauche) et sont acquis par la mise en œuvre d'activités technologiques proposées (colonne de droite). Dans la colonne présentant les concepts, 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. Les deux premières colonnes constituent également un outil d'auto-évaluation pour les élèves qui souhaitent apprécier leurs acquis.

Les activités technologiques proposées sont représentatives des situations d'apprentissage propices aux acquis visés. Si elles ne sont ni exhaustives, ni toutes obligatoires, certaines sont incontournables.

Les symboles  et  permettent de distinguer les activités à réaliser au laboratoire  et les activités mobilisant le numérique  .

La double flèche  symbolise des liens particuliers à établir avec d'autres modules du programme ou disciplines connexes.

La dernière partie de ce programme propose des exemples de thématique de contextualisation dans les différents domaines des biotechnologies qu'il convient de mobiliser pour chaque activité technologique. L'enseignement se construit donc par un croisement des modules disciplinaires et des modules transversaux en contextualisant les activités dans une thématique relevant des biotechnologies.

Travailler ensemble au laboratoire de biotechnologies



Les modules transversaux permettent de développer des savoir-faire et attitudes faisant appel aux concepts fondamentaux. Ces savoir-faire et concepts sont utilisés dans les activités des différents modules disciplinaires. Leur mobilisation de manière itérative assure des acquis solides et pérennes. La recherche documentaire, la mise en œuvre expérimentale, la réflexion sur la procédure, l'approche calculatoire sont des occasions de mener un travail entre pairs. En revanche, les élèves doivent pouvoir s'investir individuellement dans des activités technologiques de laboratoire.

A – S'initier à la recherche expérimentale et à la démarche de projet en biotechnologies

L'initiation à la démarche de recherche en biologie mobilise les fondamentaux de l'ensemble des quatre modules transversaux. Le questionnement sur les avancées techniques en biotechnologies au cours de l'histoire permet de développer une réflexion éthique sur les conséquences de la recherche actuelle.



Cette démarche d'initiation à la recherche peut être mise en œuvre aussi bien lors des activités technologiques disciplinaires qui engagent toute la classe que dans le cadre de projets de groupe, en collaboration éventuelle avec des chercheurs en biologie. Cette initiation apporte les prérequis nécessaires au projet mené en terminale.





Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
Enjeux des biotechnologies		
<ul style="list-style-type: none"> – Situer les évolutions majeures des biotechnologies dans une perspective historique. – Illustrer, par un exemple, une application des biotechnologies dans chaque domaine. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Biotechnologies blanches (domaine des procédés industriels), bleues (domaine de la biodiversité marine), vertes (domaine de l'agriculture), rouges (domaine de la santé), jaunes (domaine de la protection de l'environnement). 	<ul style="list-style-type: none"> 📄 Analyse de documents, d'articles scientifiques des domaines d'application. ↔ Biochimie-biologie
<ul style="list-style-type: none"> – S'interroger sur les aspects éthiques de l'application des biotechnologies sur les 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bioéthique. ■ Opinion / point de vue. 	Recherche documentaire scientifique ciblée et confrontation.

êtres vivants et l'environnement.		
Mise en œuvre d'un projet au laboratoire de biotechnologies		
<ul style="list-style-type: none"> – Collaborer au sein du groupe. – Formuler un questionnement technologique ou scientifique à partir d'un besoin. – Proposer une expérience. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Écoute. ■ Argumentation. ■ Respect mutuel. 	<ul style="list-style-type: none">  Mise en œuvre de travaux de groupe. Confrontation d'idées, d'expériences ou d'interprétations.
<ul style="list-style-type: none"> – Mettre en œuvre une procédure expérimentale. – Exploiter les résultats. – Rendre compte par un travail écrit ou oral. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hypothèse. ■ Procédure. ■ Témoin. ■ Conditions expérimentales. 	<ul style="list-style-type: none">  Compte rendu d'observation ou d'expérience. Valorisation du travail au sein du lycée.

B – Prévenir les risques au laboratoire de biotechnologies

Pour évoluer en autonomie au laboratoire, les élèves identifient les dangers, analysent les risques encourus, appliquent les mesures de prévention adaptées. En classe de première, il n'est pas attendu que les élèves proposent les mesures de prévention mais qu'ils acquièrent la démarche d'analyse des risques.






Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
Lexique associé à la prévention des risques		
<ul style="list-style-type: none"> – Identifier un danger biologique, chimique, électrique. – Mettre en relation les dangers et les risques encourus au laboratoire. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Danger / risque. ■ Classes de danger biologique. ■ Pictogramme. ■ Mentions de danger / mentions d'avertissement. 	<ul style="list-style-type: none">  Analyse de données de sécurité d'étiquettes lors d'utilisation de produits chimiques dangereux.  Utilisation de situations de la vie quotidienne pour distinguer danger, risque et dommage.
<ul style="list-style-type: none"> – Identifier les différentes voies d'exposition relatives à un danger en lien avec la chaîne de transmission. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mode d'exposition / voie d'exposition. 	<ul style="list-style-type: none"> Représentation des voies de transmission sur un schéma du corps humain : contact, inhalation, ingestion.






Démarche d'analyse des risques		
<ul style="list-style-type: none"> – Distinguer le risque pour le manipulateur et l'environnement, du risque pour le produit. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Risque. ■ Mesures de prévention. 	 Mise en évidence d'éléments contribuant à la prévention des risques (lavage des mains avant et après manipulation).
<ul style="list-style-type: none"> – Identifier au sein d'une situation de travail une situation exposante. – Dégager au sein d'une situation exposante, les événements dangereux les plus probables. – Faire le lien entre le risque, la probabilité d'apparition du dommage et sa gravité. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Situation exposante au danger. ■ Événements déclencheurs. ■ Dommage. ■ Probabilité des risques. ■ Évaluation des risques. 	Analyse du logigramme de procédures opératoires pour identifier situations exposantes et événements dangereux. Évaluation du risque menée dans différentes situations exposantes.
<ul style="list-style-type: none"> – Mettre en relation les mesures de prévention proposées et l'analyse des risques. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Poste de travail. ■ Équipements de protection collective. ■ Équipements de protection individuelle. 	Analyse <i>a posteriori</i> de la procédure associée aux mesures de prévention appliquées.
Mise en œuvre des mesures de prévention en lien avec les situations de travail		
<ul style="list-style-type: none"> – Mettre en œuvre une gestuelle adaptée aux risques analysés. – Appliquer une procédure de désinfection de la paillasse. – Appliquer une procédure de lavage des mains. – Choisir le conteneur à déchets adapté. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Désinfection. ■ Déchets chimiques. ■ Déchets à risque infectieux (déchets d'activités de soin à risques infectieux : DASRI). 	 Observation entre pairs de l'application des mesures de prévention.  Exploration de l'efficacité de différents désinfectants.  Étude de l'influence de la durée et du mode de lavage des mains. Analyse de la procédure pour identifier la nature des déchets.

C – Obtenir des résultats de mesure fiables

La métrologie étant indispensable à toute démarche d'assurance qualité, il est important d'acquérir, dès le lycée, les éléments fondamentaux de cette culture métrologique par leur mobilisation soutenue et réfléchie lors d'activités expérimentales en laboratoire.

L'exploitation de résultats expérimentaux nécessite de maîtriser quelques prérequis mathématiques tels que la conversion d'unités, les puissances de 10, la règle de proportionnalité, la résolution d'équations du premier degré, les écritures scientifique et décimale, la règle d'arrondi.

Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
Lexique d'initiation à la métrologie et conventions d'écriture		
<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser les symboles des grandeurs. – Mettre en lien une grandeur dérivée et les grandeurs de base associées. – Respecter les conventions d'écriture des grandeurs en associant les indices adaptés et les unités. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Grandeurs de base. ■ Grandeurs dérivées. ■ Mesurage / mesurande. ■ Valeur d'une grandeur. ■ Indices. ■ Unité. 	<p> Découverte du vocabulaire au travers de techniques ludopédagogiques.</p> <p>Vérification, à l'aide des unités, de la correspondance entre une grandeur dérivée et ses grandeurs de base.</p> <p>Illustration de l'importance des indices (entité, matrice) associés aux grandeurs.</p>
Caractéristiques des instruments de mesure et des appareillages		
<ul style="list-style-type: none"> – Choisir un instrument en tenant compte de ses caractéristiques métrologiques. – Utiliser un appareil de mesure à l'aide d'une fiche technique. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fiabilité. ■ Intervalle de confiance des indications. ■ Verrerie « ex ». ■ Verrerie « in ». 	<p> Comparaison des caractéristiques métrologiques du matériel.</p> <p> Utilisation des fiches techniques des appareils avec gain progressif d'autonomie.</p>
Principales caractéristiques d'un mesurage		
<ul style="list-style-type: none"> – Repérer les étapes de mesure d'une procédure. – Identifier les points critiques d'une procédure opératoire. – Qualifier les caractéristiques métrologiques d'une 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Indication de mesure / mesurande. ■ Points critiques. ■ Spécificité. ■ Seuil de détectabilité. ■ Grandeurs d'influence. ■ Intervalle de mesures. 	<p> Choix de pipettes de caractéristiques métrologiques différentes pour prélever un volume.</p> <p> Comparaison de la spécificité et du seuil de détectabilité de deux méthodes de dosage des glucides.</p>

procédure.		 Mise en évidence de l'influence de la température sur la durée d'une réaction enzymatique.
Étalonnage à l'aide d'une solution étalon		
<ul style="list-style-type: none"> Utiliser la relation d'étalonnage avec un étalon unique ou une courbe d'étalonnage pour déterminer la valeur mesurée. 	<ul style="list-style-type: none"> Étalon unique. Gamme d'étalonnage. 	 Mise en œuvre d'étalonnages en colorimétrie, en turbidimétrie, en volumétrie.
Utilisation du modèle de mesure pour exprimer le résultat de mesure		
<ul style="list-style-type: none"> Établir l'équation aux grandeurs à partir du modèle de mesure. Établir l'équation aux unités d'après l'équation aux grandeurs. Établir l'équation aux valeurs numériques. Valider un calcul effectué. Utiliser les règles d'écriture scientifique. Exprimer le résultat de mesure à l'aide de l'incertitude donnée. 	<ul style="list-style-type: none"> Modèle de mesure. Grandeurs d'entrée. Grandeur de sortie. Valeur mesurée / résultat de mesure. Exposant. Incertitude. 	Établissement de l'équation aux grandeurs à partir du modèle de mesure en lien avec l'enseignement de mathématiques. Vérification de l'homogénéité de l'équation aux unités. ⇔ Physique – chimie et mathématiques ⇔ Module 4
Vérification de l'acceptabilité des valeurs mesurées		
<ul style="list-style-type: none"> Utiliser un document de métrologie pour vérifier l'exactitude de mesure grâce à un étalon de contrôle. Utiliser un document de métrologie pour statuer sur l'acceptabilité des valeurs mesurées. Rechercher l'origine d'un défaut d'exactitude. 	<ul style="list-style-type: none"> Exactitude de mesure. Erreur systématique. Erreur aléatoire. Erreur grossière. Intervalle d'acceptabilité. Erreur maximale tolérée. Étalon contrôle. 	 Utilisation d'un étalon contrôle lors des dosages spectrophotométriques et volumétriques.  Comparaison des rôles de l'étalon de dosage et de l'étalon contrôle.  Repérage des erreurs grossières et de leurs conséquences.

D – Utiliser des outils numériques en biotechnologies

Les biotechnologies offrent des situations variées qui mobilisent et renforcent les compétences numériques acquises au collège pour obtenir et traiter les résultats expérimentaux, visualiser les biomolécules dans l'espace, mener un travail collaboratif, présenter des conclusions, communiquer à l'écrit et à l'oral.

Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser un logiciel de visualisation 3D de molécules d'intérêt biologique. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Représentation spatiale. ■ Interactivité. 	<p>À l'aide d'un logiciel simple, initiation à la visualisation dans l'espace des molécules d'ADN, de protéines, d'oses.</p> <p>↔ Biochimie-biologie</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Consulter des bases de données. – Trier les ressources. – Élaborer une bibliographie, une sitographie. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mot clé. ■ Filtre. ■ Requête. ■ Base de données / moteur de recherche. ■ Pertinence de l'information : identification de la source et évaluation de sa fiabilité. 	<p>Réalisation de recherches documentaires dans le cadre d'activités technologiques ou d'un projet de groupe, avec l'aide du documentaliste.</p> <p>↔ Module A</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Exploiter les résultats expérimentaux avec un tableur ou un logiciel dédié. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tableur – grapheur. ■ Cellule. ■ Fonctions mathématiques. ■ Courbe de tendance. 	<p>Utilisation de logiciels pour traiter des résultats obtenus au laboratoire : courbe de croissance ou d'étalonnage, exploitation statistique, ...</p> <p>↔ Modules 4 et 8</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Partager des documents en ligne. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Outils collaboratifs. ■ Documents partagés. 	<p>Co-construction d'un document en utilisant un outil collaboratif.</p> <p>↔ Module A</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Réaliser un support de présentation orale. – Réaliser un document écrit structuré pour rendre compte d'une démarche. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lisibilité. ■ Rigueur scientifique. ■ Schématisation. ■ Synthèse. ■ Hiérarchisation. 	<p>Valorisation des activités de laboratoire par des communications externes à la classe.</p> <p>Utilisation de logiciels pour la planification d'un projet.</p> <p>Production d'un document numérique intégrant une image,</p>










		<p>une vidéo, un son. Entraînement à la présentation orale d'un projet.</p> <p>⇔ Module A ⇔ Français (expression écrite et orale)</p>
--	--	---


PROJET

Acquérir les fondamentaux technologiques et scientifiques des biotechnologies

1 – Observer la diversité du vivant à l'échelle microscopique



L'observation de cellules nécessite la réalisation de préparations microscopiques et l'utilisation maîtrisée du microscope optique. Elle permet une première approche de la classification des micro-organismes dans le monde vivant.











Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
<ul style="list-style-type: none"> – Réaliser un état frais à partir d'une suspension bactérienne en milieu liquide. – Mettre en œuvre la coloration de Gram. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mobilité bactérienne. ■ Coloration différentielle. 	<ul style="list-style-type: none">  Réalisation d'états frais à partir d'eau de fleur, d'une culture en milieu liquide, d'une colonie isolée.  Réalisation de colorations simples.  Réalisation de colorations de Gram à partir de produits polymicrobiens.
<ul style="list-style-type: none"> – Maîtriser la démarche d'utilisation du microscope optique. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Oculaire / objectif. ■ Grossissement. ■ Champ microscopique. 	<ul style="list-style-type: none">  Observation de préparations fournies ou réalisées : états frais, frottis, coupes histologiques.
<ul style="list-style-type: none"> – Estimer la taille d'un élément microscopique. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Grandissement / grossissement. ■ Échelle. 	<ul style="list-style-type: none">  Mesure de la taille de cellules sur des microphotographies.  Utilisation d'un oculaire micrométrique ou du quadrillage d'un hématimètre. ↔ Biochimie-biologie
<ul style="list-style-type: none"> – Dessiner une observation microscopique pour schématiser une structure. – Compléter un dessin ou un schéma par un titre, une échelle, des annotations. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fidélité de représentation. ■ Dessin d'observation / schéma. 	<ul style="list-style-type: none">  Production de dessins d'observation d'appareil sporifère de moisissure, de leucocytes, de cellules végétales.  Description d'observations microscopiques, de microphotographies.  Description de films de préparations microscopiques.
<ul style="list-style-type: none"> – Différencier un cliché 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Critères de 	<ul style="list-style-type: none"> Comparaison de différents clichés



de microscopie optique et un cliché de microscopie électronique.	reconnaissance des types de microscopie. ■ Échelle.	obtenus avec différents types de microscope. ↔ Biochimie-biologie
<ul style="list-style-type: none"> – Identifier les éléments caractéristiques des cellules observées. – Distinguer les types cellulaires d'une bactérie, d'une micro-algue, d'une levure. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Critères de reconnaissance cytologiques des cellules. ■ Eucaryote / procaryote. ■ Bactéries / levures. ■ Micro-algues. ■ Arbre phylogénétique. 	 Repérage de structures cellulaires particulières utiles à la classification des êtres vivants. ↔ Biochimie-biologie

2 – Cultiver des micro-organismes

La culture des micro-organismes au laboratoire impose de travailler en milieu aseptique ou avec du matériel stérile. Le choix des milieux de culture nécessite de prendre en compte les besoins nutritionnels des micro-organismes. Un produit naturel étant le plus souvent poly-microbien, il est nécessaire de le mettre en culture en milieu solide afin de pouvoir isoler et caractériser chaque micro-organisme d'intérêt qui le compose.




Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
Travail en milieu aseptique au laboratoire de microbiologie		
<ul style="list-style-type: none"> – Appliquer les méthodes de stérilisation du matériel pour protéger l'échantillon. – Organiser le poste de travail. – Manipuler en conditions d'asepsie avec des milieux stériles. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Micro-organismes environnementaux. ■ Niveau de confinement. ■ Désinfection / stérilisation. ■ Aseptique / stérile. 	 Mise en évidence de micro-organismes par prélèvement de surfaces diverses, d'air, d'eau.  Comparaison d'ensemencements en zone d'asepsie ou non, avec des instruments stériles ou non.
<ul style="list-style-type: none"> – Identifier les mesures contribuant à protéger le manipulateur ou l'environnement d'une contamination par une 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Risque biologique. 	Démarche d'analyse et de prévention des risques. ↔ Module B

culture.		
Conditions nutritionnelles et milieux de culture		
<ul style="list-style-type: none"> – Faire le lien entre les deux types trophiques des micro-organismes non exigeants et leurs besoins nutritionnels. – Choisir un milieu de culture adapté aux besoins nutritionnels d'un micro-organisme. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Source d'énergie. ■ Source de carbone. 	<p> Étude comparée de la croissance de micro-organismes sur des milieux en fonction de la composition en nutriments.</p> <p>Choix d'un milieu de culture adapté à un micro-organisme à l'aide d'une fiche technique.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Prendre en compte les paramètres physico-chimiques de culture en fonction des micro-organismes. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conditions physico-chimiques de culture. ■ Aérobiose. 	<p> Mise en évidence de l'effet du pH, de la température, de la concentration ionique en Na^+, de la teneur en dioxygène sur la croissance d'un micro-organisme.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Choisir un milieu d'orientation par acidification en vue de l'isolement d'un micro-organisme d'intérêt. – Choisir un milieu sélectif en vue de l'isolement d'un micro-organisme d'intérêt. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Milieu sélectif. ■ Milieu d'isolement. ■ Milieu d'orientation. 	<p> Identification des agents inhibiteurs, d'un indicateur de pH, d'un substrat fermentescible, à partir de la composition de milieux de culture.</p> <p> Étude comparée de cultures après ensemencement de produits polymicrobiens sur des milieux d'orientation sélectifs.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Préparer un milieu de culture et le conditionner en suivant une procédure. – Repérer un barème de stérilisation et un manomètre sur un autoclave. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Stérilisation. ■ Conditionnement. ■ Autoclave. 	<p> Préparation et stérilisation de milieux de culture en boîte de pétri ou en tube, en collaboration avec le personnel de laboratoire.</p> <p> Préparation d'un milieu de culture liquide par ajout d'un composé thermosensible stérilisé par filtration.</p> <p> Présentation d'un autoclave par le personnel de laboratoire habilité.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Ensemencer un milieu de culture liquide. – Ensemencer un milieu de culture solide. – Définir température et durée d'incubation. – Identifier un milieu de culture pour garantir sa traçabilité. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inoculum. ■ Turbidimétrie. ■ Paramètres d'incubation. 	<p> Ajustage de l'inoculum à l'aide d'un étalon de Mac Farland.</p> <p> Étude comparée de cultures ensemencées en milieux solides à l'aide de différents instruments stériles.</p> <p> Observation et description d'un milieu liquide ensemencé après incubation.</p>

<ul style="list-style-type: none"> – Décrire une colonie bactérienne à l'aide des caractères macroscopiques. – Observer un isolement pour repérer un contaminant. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Colonie. ■ Pureté. ■ Contaminant. 	<ul style="list-style-type: none">  Repérage de contaminants sur la base d'une description de colonies.  Comparaison d'une croissance sur gélose ordinaire et sur gélose sélective.
---	---	---

3 – Caractériser pour identifier les micro-organismes







L'identification d'un micro-organisme nécessite d'étudier une souche pure et de comparer les caractères morphologiques, culturels et métaboliques à ceux de micro-organismes référencés dans des tableaux d'identification. En classe de première, il convient de se limiter aux caractères morphologiques. Les caractères métaboliques et culturels peuvent être évoqués à titre d'exemple et seront étudiés en terminale.

Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
Nomenclature et classification		
<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser les règles d'écriture de la nomenclature des bactéries pour les taxons suivants : familles, genres, espèces. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hiérarchie de la classification. ■ Taxon. 	<ul style="list-style-type: none">  Analyse d'un dendrogramme représentant la proximité génétique des espèces, genres et familles de bactéries à l'aide du pourcentage de similitude entre taxons.
Exploitation des caractères morphologiques des micro-organismes pour leur identification		
<ul style="list-style-type: none"> – Déterminer la forme, la taille et le mode de groupement des bactéries en vue de leur identification. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Caractères microscopiques morphologiques. 	<ul style="list-style-type: none">  Comparaison des caractères microscopiques morphologiques de différentes souches sur des colorations de Gram.
<ul style="list-style-type: none"> – Distinguer les levures des bactéries par leur morphologie : forme, taille, présence de bourgeon. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Critères différentiels. 	<ul style="list-style-type: none">  Réalisation d'état frais de produit fermenté comportant des levures vivantes et des coques.

4 – Réaliser un dénombrement de micro-organismes présents dans un produit biologique



La démarche de dénombrement permet d'obtenir une concentration en cellules dans l'échantillon. Elle implique de connaître la quantité de produit analysé et de choisir la technique adaptée. En

classe de première, seuls le dénombrement après culture en milieu solide et la numération directe en cellule de comptage sont réalisés afin d’être maîtrisés.

Pour l’élève, objectifs en fin de formation		Pour l’enseignant, en cours d’année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
Réaliser un dénombrement par numération directe au microscope		
<ul style="list-style-type: none"> – Réaliser une numération directe au microscope en cytomètre manuel (hématimètre). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cellule de comptage. 	 Numérations directes de levures ou de microalgues au microscope en cytomètre manuel.
Réaliser un dénombrement après culture en milieu solide		
<ul style="list-style-type: none"> – Préparer une suspension à partir d’un produit ou d’un échantillon. – Déterminer par le calcul les dilutions à réaliser. – Effectuer les dilutions décimales à ensemercer. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inoculum / échantillon. ■ Dilutions en série. ■ Dilutions décimales. 	 Préparation quantitative d’une suspension par pesée à partir d’un échantillon à forte concentration en cellules (levure déshydratée, produit alimentaire, terre ...) avec calcul des dilutions à réaliser.
<ul style="list-style-type: none"> – Exploiter un résultat de dénombrement après culture en milieu solide. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Colonie/levure. ■ Unité Formant Colonies (UFC). 	 Dénombrement des levures présentes dans une colonie isolée ou dans une préparation commerciale.
<ul style="list-style-type: none"> – Ensemercer un volume exact de l’échantillon préparé. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inoculum ajusté. 	 Ensemencements en surface et dans la masse.
<ul style="list-style-type: none"> – Interpréter le résultat d’un dénombrement en lien avec le contexte. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Valeur de référence réglementaire. ■ Critère microbiologique. 	Calcul, démarche métrologique et expression des résultats.  Module C
<ul style="list-style-type: none"> – Mettre en œuvre des méthodes de dénombrement en milieu solide et par numération directe. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Méthode normalisée. ■ Cellules revivifiables. 	 Comparaison des contraintes matérielles et des résultats d’un dénombrement d’une même suspension initiale.






5 – Préparer des solutions utilisables au laboratoire

La préparation de solutions nécessite de prendre en compte les caractéristiques de la solution à préparer, de choisir le matériel approprié, de poser les calculs utiles et d’adapter ses gestes en conséquence. Ce savoir-faire est utile dès la classe de première et indispensable en terminale et pour la poursuite d’études.

Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
<ul style="list-style-type: none"> – Identifier dans une procédure de préparation de solution les grandeurs d'entrée et la grandeur de sortie. – Concevoir une procédure de préparation de solution par pesée, par dilution. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Masse exacte. ■ Concentration en masse. ■ Concentration initiale / concentration finale. ■ Dilution / facteur de dilution. 	<p>Analyse de procédures variées.</p> <p>↔ Module D</p> <p>Confrontation des procédures écrites par un groupe d'élèves pour la réalisation d'une solution.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Choisir le matériel de précision adapté pour préparer une solution. – Réaliser une pesée, une mesure de volume avec une gestuelle maîtrisée. – Mettre en œuvre une procédure de préparation de solution. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conservation de la matière. ■ Exactitude. 	<p> Utilisation de solutés colorés pour visualiser l'absence de perte de matière et la notion de dilution.</p> <p> Analyse des points critiques de la préparation d'une solution par pesée ou par dilution.</p>






6 – Détecter et caractériser les biomolécules

Les biomolécules peuvent être détectées et caractérisées par leurs propriétés biochimiques ou physiques. Il s'agit d'une approche qualitative pour repérer la présence de la molécule mais sans évaluer sa quantité ou sa concentration. Ces méthodes sont remobilisées en terminale.

Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
Détection d'une biomolécule par un réactif chimique		
<ul style="list-style-type: none"> – Identifier le réactif chimique dans une procédure. – Analyser un résultat qualitatif. – Proposer une procédure opératoire de détection. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Spécificité du réactif. ■ Témoin positif. ■ Témoin négatif. 	<p> Détection de protéines, acides aminés, glucose, amidon.</p> <p>Élaboration de la procédure opératoire de détection.</p> <p>↔ Biochimie-biologie</p>
Caractérisation d'une biomolécule chromophore par son spectre d'absorption		
<ul style="list-style-type: none"> – Choisir le type de cuve adapté à la procédure opératoire. – Réaliser un spectre d'absorption. – Déterminer la longueur d'onde optimale. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Spectre d'absorption. ■ Absorbance maximale / longueur d'onde optimale. ■ Zéro de l'appareil. 	<p> Comparaison des absorbances d'une même solution pour différents types de cuves et différentes longueurs d'onde.</p> <p> Réalisation et comparaison du spectre de différents chromophores (colorants alimentaires, pigments).</p>
Détection d'une enzyme par son activité biologique		
<ul style="list-style-type: none"> – Identifier le(s) substrat(s) spécifique(s) de l'enzyme recherchée. – Mettre en œuvre la détection de l'enzyme à pH et température fixés. – Analyser un résultat qualitatif. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Test qualitatif. ■ Réaction enzymatique. ■ Témoin positif. ■ Témoin négatif. ■ Spécificité. ■ pH optimal. ■ Température optimale. 	<p>Exploitation d'une fiche technique pour relever des informations utiles à la détection de l'enzyme.</p> <p> Détection des activités PAL (phosphatase alcaline), POD (peroxydase) dans les laits frais, pasteurisés.</p> <p> Vérification de la spécificité de substrat de l'enzyme en remplaçant un substrat par une molécule très proche.</p> <p>↔ Biochimie-biologie</p>






7 – Séparer les composants d'un mélange


Les composants d'un mélange sont séparés, soit pour être identifiés à l'aide de solutions « témoin » ou de référence, soit pour être collectés dans des solutions distinctes. Seules les techniques chromatographiques sont étudiées en première. Les principes des techniques électrophorétiques seront étudiés en terminale, en s'appuyant sur le programme de physique-chimie et mathématiques. Ils peuvent cependant être présentés succinctement et utilisés dès la classe de première, dans le cadre de projets nécessitant d'y recourir.

Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
Séparation des biomolécules par chromatographie sur couche mince		
<ul style="list-style-type: none"> – Associer les propriétés biochimiques des molécules à séparer avec la nature des phases utilisées. – Réaliser la procédure de la chromatographie sur couche mince en tenant compte des points critiques. – Critiquer la qualité du chromatogramme obtenu. – Identifier les biomolécules séparées par comparaison à des étalons. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Chromatographie analytique. ■ Phase fixe. ■ Phase mobile. ■ Liaisons faibles. ■ Force d'entraînement. ■ Force de rétention. ■ Étalonnage par comparaison. ■ Détection. 	<ul style="list-style-type: none">  Mise en œuvre d'une chromatographie sur couche mince (CCM) pour séparer et identifier des glucides, des acides aminés, des alcools constitutifs des huiles essentielles à l'aide de leur rapport frontal.  Identification des points critiques de la procédure : taille des dépôts, composition de la phase mobile, durée de la migration, qualité de l'exploitation pour des spots de petite et de grande taille.  Mise en évidence de la limite de détection.
Séparation des biomolécules par chromatographie d'échanges d'ions dans le but de les purifier		
<ul style="list-style-type: none"> – Expliquer l'établissement de liaisons ioniques entre les molécules à séparer et les constituants des phases. – Réaliser la procédure de la chromatographie sur colonne en tenant compte des points critiques. – Critiquer la qualité de la séparation. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Chromatographie préparative. ■ Phase fixe chargée / phase mobile. ■ Force de rétention / force d'entraînement. ■ Fixation / lavage / élution. 	<ul style="list-style-type: none">  Mise en œuvre d'une chromatographie d'échanges d'ions, en colonne ou en batch, pour séparer et récupérer les composants d'un mélange (par exemple d'acides aminés).  Détection de molécules par dépôt d'un spot de chaque fraction récupérée, sur couche de silice et révélation immédiate ou bien identification par CCM.

8 – Déterminer la concentration d'une biomolécule dans un produit biologique

La détermination de la concentration d'une biomolécule dans un produit biologique s'effectue par des méthodes de dosages volumétriques ou spectrophotométriques utilisant des réactifs chimiques ou enzymatiques en référence ou non à une solution étalon.

Pour l'élève, objectifs en fin de formation		Pour l'enseignant, en cours d'année
Savoir-faire	Concepts	Activités technologiques
Dosage d'une biomolécule par spectrophotométrie		
<ul style="list-style-type: none"> – Analyser une procédure pour déterminer la composition des milieux réactionnels. – Établir le tableau de manipulation d'un dosage avec une gamme d'étalonnage. – Mettre en œuvre la procédure de dosage, en respectant les conditions opératoires. – Établir la relation de proportionnalité entre l'absorbance d'un chromophore et sa concentration. – Analyser une procédure pour qualifier la nature enzymatique ou chimique d'un dosage. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Chromophore / chromogène. ■ Loi de Beer Lambert. ■ Conditions opératoires. ■ Dosage en point final. ■ Étalon unique. ■ Gamme d'étalonnage. 	<ul style="list-style-type: none">  Établissement de la loi de Beer-Lambert en mesurant la variation d'absorbance en fonction de la concentration d'un composé naturellement coloré.  Mise en œuvre du dosage de biomolécules chromophores (colorant alimentaire, ADN, protéines, pigments chlorophylliens).  Mise en œuvre du dosage de biomolécules en point final (en présence d'un réactif chimique ou enzymatique). <p>↔ Module C</p>
Dosage d'une biomolécule par volumétrie		
<ul style="list-style-type: none"> – Analyser une procédure pour identifier la solution à doser et la solution étalon en lien avec 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Solution à doser / solution étalon. ■ Équation de la réaction du dosage. ■ Équivalence. 	<ul style="list-style-type: none">  Étalonage par pesée d'une poudre étalon ou par prélèvement d'un volume de solution étalon.  Dosage direct de l'acide

<p>l'équation de la réaction chimique du dosage.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Réaliser un schéma conventionnel du dosage. – Déterminer le volume équivalent à l'aide d'un indicateur coloré. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Oxydo-réduction. ■ Réaction acido-basique. 	<p>éthanoïque du vinaigre blanc.</p> <p> Dosage direct de la vitamine C par le DCPIP (2,6-dichlorophénolindophénol).</p> <p>↔ Module C</p>
--	---	---

PROJET

Annexe : thématiques pour l'enseignement de biotechnologies

L'enseignement de biotechnologies doit être contextualisé pour donner du sens aux situations d'apprentissage. Pour cela, il s'appuie sur des thématiques qui s'articulent les unes avec les autres au sein de différents domaines d'application, représentatifs des secteurs d'activité utilisant des biotechnologies, en particulier la santé, les bio-industries, l'environnement et le développement durable.

Pour chaque thématique, les activités technologiques proposées facilitent l'acquisition des savoir-faire et des concepts fondamentaux. Ni exhaustives, ni limitatives, elles peuvent être adaptées en fonction du tissu professionnel local et des formations supérieures proposées par l'établissement, en particulier les sections de technicien supérieur du secteur des biotechnologies.

Art et culture	
Conservation du patrimoine	<ul style="list-style-type: none">– Lutte contre les moisissures (papier, bois) et les lichens (pierre).– Bio-reconstruction des bâtiments.– Utilisation d'amylase pour décoller les anciens documents.
Reconstitution historique	<ul style="list-style-type: none">– Recherche d'ADN dans des échantillons biologiques.
Bio-Art	<ul style="list-style-type: none">– Culture de micro-organismes et participation à des concours artistiques.– Production de bio-cuir.

Santé	
Exploration fonctionnelle et diagnostic médical	<ul style="list-style-type: none">– Analyses de sang.– Analyses microbiologiques et biochimiques des urines.– Analyses microbiologiques de pus.– Diagnostic d'une pathologie : histologie, dosages biochimiques et analyses microbiologiques.
Prophylaxie et traitement	<ul style="list-style-type: none">– Hygiène et sécurité dans le domaine hospitalier : prévention des maladies nosocomiales.– Antibiothérapie, sérothérapie, phagothérapie.

Bio-industries	
Hygiène des locaux	<ul style="list-style-type: none">– Qualité microbiologique des surfaces.– Aérobiocontamination.– Efficacité de la désinfection.

Agro-alimentaire	
------------------	--

Produits laitiers	<ul style="list-style-type: none"> – Contrôles qualité d'un lait : analyses microbiologiques, immunologiques et biochimiques. – Méthodes de conservation du lait. – Fabrication du yaourt, de fromage, de lait sans lactose.
Boissons fermentées	<ul style="list-style-type: none"> – Fabrication de bière, de cidre, d'hydromel, de vin, de kéfir ou de vinaigre. – Croissance en bioréacteur. – Traitement du produit fini : pasteurisation, filtration.
Probiotiques	<ul style="list-style-type: none"> – Fabrication d'un probiotique.
Autres aliments	<ul style="list-style-type: none"> – Contrôles qualité biochimiques, microbiologiques et de la qualité nutritionnelle. – Recherche d'OGM, de mycotoxines.
Pharmaceutique et cosmétique	
Médicaments	<ul style="list-style-type: none"> – Mesure de l'action d'antibiotiques. – Recherche de molécules actives. – Contrôle qualité biochimique : excipient et principe actif. – Comparaison entre médicament princeps et molécules génériques. – Production par génie génétique.
Cosmétiques	<ul style="list-style-type: none"> – Fabrication de produits cosmétiques. – Évaluation de l'efficacité d'un conservateur (challenge-test). – Analyse des paramètres physicochimiques.
Transition écologique et développement durable	
Chimie verte	<ul style="list-style-type: none"> – Production d'un bioplastique. – Test de la biodégradabilité de produits ménagers « faits maison ».
Bio-carburants	<ul style="list-style-type: none"> – Agro-carburants et algocarburants.
Bioluminescence	<ul style="list-style-type: none"> – Mobiliers urbains sans électricité.
Agriculture biologique et raisonnée	<ul style="list-style-type: none"> – Bio-insecticides : toxine « Bt » de Bacillus thuringiensis. – Fertilisant écologique. – Permaculture et aquaponie. – Caractérisation ou identification génétique de variétés cultivées (semences anciennes, sylviculture, ...).

Environnement

L'eau	<ul style="list-style-type: none"> – Qualité microbiologique et biochimique. – Impact d'une pollution nitrate sur la biodiversité. – Recherche de bactériophages.
Le sol	<ul style="list-style-type: none"> – Recherche d'actinomycètes. – Qualité d'un sol et impact sur l'agriculture.

	<ul style="list-style-type: none">- Lombricomposteur.
Dépollution	<ul style="list-style-type: none">- Élaboration ou fonctionnement d'une station d'épuration.- Biométhanisation.- Puits à CO₂, biofaçades.

PROJET

ANNEXE 3

Programme d'enseignement de spécialité de physique-chimie et mathématiques de la classe de première de la voie technologique, série sciences et technologies de laboratoire (STL)

Sommaire

Programme de physique-chimie	3
■ <i>Objectifs de formation</i>	3
■ <i>Organisation des programmes</i>	4
■ <i>Les compétences de la démarche scientifique</i>	4
■ <i>Repères pour l'enseignement</i>	5
■ <i>Mesure et incertitudes</i>	5
■ <i>Constitution de la matière</i>	7
■ <i>Transformation chimique de la matière</i>	9
<i>Réactions acido-basiques en solution aqueuse</i>	9
■ <i>Mouvements et interactions</i>	11
■ <i>Ondes et signaux</i>	13
Programme de mathématiques	16
■ <i>Intentions majeures</i>	16
■ <i>Géométrie dans le plan</i>	16
■ <i>Analyse</i>	18

Introduction générale

L'enseignement de spécialité physique-chimie et mathématiques vise à donner aux élèves une formation scientifique solide les préparant à des poursuites d'études dans les domaines des sciences appliquées ou de la production, notamment en instituts universitaires de technologie et en sections de techniciens supérieurs mais aussi en classes préparatoires (TB, TSI et TPC) et dans certaines filières de l'université.

Si les disciplines qui composent cet enseignement de spécialité ont chacune leurs enjeux propres, le programme qui suit donne une cohérence et une unité à l'ensemble. Les modes de pensée spécifiques à chaque champ disciplinaire s'acquièrent au travers d'un corpus limité de savoirs, savoir-faire et méthodes qui trouvent leur efficacité lors de l'étude de problèmes communs sur lesquels les différentes disciplines apportent des éclairages complémentaires.

Les professeurs de physique-chimie et de mathématiques s'attachent à travailler conjointement les notions qui se prêtent à un croisement fructueux, notamment celles qui sont signalées dans le texte du programme. Il est en effet essentiel d'organiser des passerelles pédagogiques afin que les apports de chacune de ces deux disciplines puissent enrichir la compréhension de concepts communs et l'assimilation de méthodes partagées.

C'est notamment le cas du calcul infinitésimal (dérivée et primitive) où il est essentiel de préciser les démarches à l'œuvre dans les calculs menés avec des variations Δx ou Δt très petites mais finies et leurs liens avec les résultats acquis par passage à la limite. Il importe notamment d'adopter des notations parlantes et concertées. Cela nécessite un travail pédagogique commun des deux professeurs. De même, l'approche statistique des incertitudes de mesure ou encore la modélisation du travail d'une force par le produit scalaire appellent une réelle collaboration des deux professeurs.

Les contenus et méthodes abordés dans l'enseignement de spécialité de physique-chimie et mathématiques sont suffisamment riches pour permettre aux élèves de conduire des projets variés en vue de l'épreuve orale terminale du baccalauréat.

Programme de physique-chimie

■ Objectifs de formation

Dans la continuité de la classe de seconde générale et technologique, le programme de physique-chimie de la classe de première STL vise à former aux méthodes et démarches scientifiques en mettant particulièrement en avant la **pratique expérimentale** et l'activité de **modélisation**. L'objectif est triple :

- donner une vision authentique de la physique et de la chimie ;
- permettre de poursuivre des études supérieures scientifiques et technologiques dans de nombreux domaines ;
- transmettre une culture scientifique et ainsi permettre aux élèves de faire face aux évolutions scientifiques et technologiques qu'ils rencontreront dans leurs activités professionnelles.

Le programme accorde une place importante aux **concepts** et en propose une approche concrète et **contextualisée**. Il porte l'ambition de permettre aux élèves d'accéder à une compréhension fine des phénomènes abordés et de leur faire percevoir la portée unificatrice et universelle des lois de la physique-chimie. La démarche de **modélisation** occupe une place centrale en physique-chimie pour établir un lien entre les objets, les expériences et les faits d'une part, et les modèles et les théories d'autre part. Une telle approche, dans laquelle le **raisonnement** occupe une place importante, permet de construire une image à la fois fidèle et motivante de ce qu'est un enseignement de physique et de chimie dans une formation post-baccalauréat. L'enseignement apporte certains éléments constitutifs de cette démarche, tels que : simplifier la situation initiale ; établir des liens entre des grandeurs ; choisir un modèle adapté pour expliquer des faits ; procéder à des prévisions et les confronter aux faits ; exploiter des analogies pertinentes ; recourir à une simulation pour expérimenter sur un modèle ; réaliser des mesures et estimer leur précision ; analyser et critiquer un protocole de mesure ; choisir, concevoir et mettre en œuvre un dispositif expérimental pour tester une loi, vérifier une prévision issue d'un modèle, mesurer une grandeur.

Autre composante essentielle de la formation scientifique, la **pratique expérimentale** joue un rôle fondamental dans l'enseignement de la physique et de la chimie. Elle établit un rapport critique avec le monde réel, où les observations et les résultats des expériences sont parfois déroutants, où chaque geste demande à être analysé et maîtrisé, où les mesures permettent de déterminer des valeurs de grandeurs avec une incertitude qu'il faut pouvoir évaluer au mieux. La maîtrise de la précision dans le contexte des activités expérimentales participe à l'éducation des élèves à la construction d'une vision critique des informations données sous forme numérique, et permet de les confronter à une norme, étape indispensable à l'évaluation des risques et à la prise de décision.

La formation scientifique nécessite la maîtrise d'outils de programmation, de codage et de traitements de données. Les programmes de physique-chimie sont l'occasion d'exploiter ces outils et de développer les compétences des élèves dans ce domaine.

■ Organisation des programmes

Une attention particulière est portée à la continuité avec les enseignements de la classe de seconde générale et technologique. Ainsi le programme de première est structuré autour des quatre thèmes : « Constitution de la matière », « Transformation chimique de la matière », « Mouvement et interactions » et « Ondes et signaux ». Les aspects énergétiques seront principalement abordés en classe de terminale. Ces thèmes permettent un dialogue fructueux avec les autres disciplines scientifiques et en particulier les mathématiques. Ainsi les notions de nombre dérivé, de fonction dérivée et de produit scalaire se trouvent réinvesties dans l'enseignement de la physique-chimie. D'autre part cet enseignement étant commun aux élèves qui suivent les spécialités de biotechnologies et de sciences physiques et chimiques en laboratoire, les concepts introduits dans les quatre thèmes du programme trouvent leurs applications dans les domaines de la biologie-biochimie et des biotechnologies.

Dans l'écriture des programmes, chaque thème comporte plusieurs parties, chacune d'elles présente une introduction spécifique indiquant les objectifs de formation. Cette introduction est complétée par un tableau en deux colonnes identifiant, d'une part, les notions et contenus à connaître et, d'autre part, les capacités exigibles dans lesquelles sont précisées les capacités expérimentales. Par ailleurs, les notions mathématiques et les capacités numériques associées aux notions et contenus sont mentionnées ; le langage de programmation conseillé est le langage Python. L'organisation du programme n'impose pas la progression pédagogique qui relève de la liberté pédagogique du professeur.

■ Les compétences de la démarche scientifique

Les compétences retenues pour caractériser la démarche scientifique visent à structurer la formation et l'évaluation des élèves. L'ordre de leur présentation ne préjuge en rien de celui dans lequel les compétences seront mobilisées par l'élève dans le cadre d'activités. Quelques exemples de capacités associées précisent les contours de chaque compétence, l'ensemble n'ayant pas vocation à constituer un cadre rigide.

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
S'approprier	<ul style="list-style-type: none">– Énoncer une problématique– Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée– Représenter la situation par un schéma
Analyser/ Raisoner	<ul style="list-style-type: none">– Formuler des hypothèses– Proposer une stratégie de résolution– Planifier des tâches– Évaluer des ordres de grandeur– Choisir un modèle ou des lois pertinentes– Choisir, élaborer, justifier un protocole– Faire des prévisions à l'aide d'un modèle– Procéder à des analogies
Réaliser	<ul style="list-style-type: none">– Mettre en œuvre les étapes d'une démarche– Utiliser un modèle– Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de

	données etc.) – Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité
Valider	– Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance – Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence – Confronter un modèle à des résultats expérimentaux – Proposer d'éventuelles améliorations de la démarche ou du modèle
Communiquer	À l'écrit comme à l'oral : – Présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ; utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés – Échanger entre pairs

Le niveau de maîtrise de ces compétences dépend de **l'autonomie et de l'initiative** requises dans les activités proposées aux élèves sur les notions et capacités exigibles du programme. La mise en œuvre des programmes est aussi l'occasion de développer le travail d'équipe et d'aborder avec les élèves des questions citoyennes mettant en jeu la responsabilité individuelle et collective, la **sécurité** pour soi et pour autrui, l'éducation à l'**environnement** et au **développement durable**.

■ Repères pour l'enseignement

Dans le cadre de la mise en œuvre du programme de physique-chimie de la classe de première STL, le professeur est invité à privilégier la mise en activité des élèves, à valoriser **l'approche expérimentale**, à contextualiser les apprentissages, à procéder régulièrement à des **synthèses** pour structurer les savoirs et savoir-faire pour ensuite les appliquer dans des contextes différents et à tisser des liens avec les autres enseignements notamment les mathématiques, la biochimie-biologie et la biotechnologie. Dès que l'occasion le permet, une mise en perspective de ces savoirs avec **l'histoire des sciences** et **l'actualité scientifique** est à mettre en œuvre.

Les évaluations, variées dans leurs formes et dans leurs objectifs, valorisent les compétences différentes de chaque élève. Une identification claire des attendus favorise l'autoévaluation des élèves.

■ Mesure et incertitudes

La pratique de laboratoire conduit à confronter les élèves à la conception, la mise en œuvre et l'analyse critique de protocoles de mesures. Évaluer l'incertitude d'une mesure, caractériser la fiabilité et la validité d'un protocole, sont des éléments essentiels de la formation dans la série sciences et technologies de laboratoire. Ces notions, transversales au programme de physique-chimie, sont abordées en prenant appui sur le contenu de chacun des modules des enseignements de spécialité du programme du cycle terminal.

En complément du programme de la classe de seconde générale et technologique, celui de la classe de première STL introduit l'identification des sources d'erreurs ainsi que les notions de justesse et fidélité d'une mesure. L'approche statistique et l'évaluation de l'incertitude associée (type A) sont complétées par l'introduction de la notion de répétabilité. L'évaluation de type B d'une incertitude-type est abordée

dans le cas d'une mesure effectuée avec un instrument de mesure dont les caractéristiques sont données.

La différence entre le résultat d'une mesure et la valeur de référence, si elle existe, est appréciée en l'évaluant en nombre d'incertitudes-types.

Notions et contenu	Capacités exigibles
Sources d'erreurs.	Identifier les principales sources d'erreurs lors d'une mesure.
Variabilité de la mesure d'une grandeur physique.	Exploiter des séries de mesures indépendantes (histogramme, moyenne et écart-type) pour comparer plusieurs méthodes de mesure d'une grandeur physique, en termes de justesse et de fidélité.
Justesse et fidélité.	
Dispersion des mesures, incertitude-type sur une série de mesures.	Procéder à une évaluation de type A d'une incertitude-type.
Incertitude-type sur une mesure unique.	Procéder à une évaluation de type B d'une incertitude-type pour une source d'erreur en exploitant une relation fournie et/ou les notices constructeurs.
Expression du résultat.	Exprimer un résultat de mesure avec le nombre de chiffres significatifs adaptés et l'incertitude-type associée.
Valeur de référence.	Discuter de la validité d'un résultat en comparant la différence entre le résultat d'une mesure et la valeur de référence d'une part et l'incertitude-type d'autre part.
Notion mathématique : Écart-type d'une série statistique (programme de la classe de seconde)	<p>Capacités numériques :</p> <p>À l'aide d'un tableur ou d'un programme informatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - traiter des données expérimentales, - représenter les histogrammes associés à des séries de mesures.

■ Constitution de la matière

De la structure spatiale des espèces chimiques à leurs propriétés physiques

Les schémas de Lewis, déjà abordés en classe de seconde, sont exploités afin de prévoir la géométrie de molécules ou d'ions constitués d'éléments des trois premières lignes de la classification périodique, dans le cadre de la théorie VSEPR. Ce premier modèle permet d'interpréter certaines propriétés physiques des espèces chimiques, avec des allers-retours entre l'échelle macroscopique et l'échelle microscopique.

Une attention particulière est accordée aux molécules organiques afin de familiariser les élèves avec des molécules rencontrées notamment en biochimie-biologie et leurs différentes représentations.

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Schéma de Lewis d'une molécule ou d'un ion.</p> <p>Théorie VSEPR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Interpréter ou établir le schéma de Lewis de molécules ou d'ions contenant des doublets liants, doublets non-liants, doubles liaisons, triples liaisons. – Utiliser la théorie VSEPR pour déterminer la géométrie d'espèces de formules chimiques AX_nE_m, avec n+m ≤ 4, l'atome central étant donné. – Écrire des formes mésomères des ions nitrate et carbonate pour interpréter leur géométrie. <p>Capacité numérique : utiliser un logiciel de représentation moléculaire pour visualiser une molécule.</p>
<p>Électronégativité, liaison covalente polarisée.</p> <p>Polarité d'une molécule.</p> <p>Liaisons intermoléculaires.</p> <p>Lien entre structure et propriétés physiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Représenter les charges partielles localisées sur les atomes d'une liaison covalente en utilisant des valeurs d'électronégativité tabulées. – Relier la polarité éventuelle d'une molécule et sa géométrie. – Définir et identifier les liaisons hydrogène et de Van der Waals ; représenter les liaisons hydrogène. – Connaître et comparer les ordres de grandeur des énergies des liaisons intermoléculaires et covalentes. – Interpréter ou classer qualitativement les valeurs des températures ou des énergies de changement d'état d'espèces chimiques en comparant leurs structures.
<p>Formules chimiques de molécules organiques : chaîne carbonée, groupe caractéristique.</p> <p>Isomérisation.</p> <p>Représentation de Cram.</p> <p>Conformations.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Écrire les formules développées, semi-développées et topologiques de molécules organiques. – Repérer les groupes caractéristiques dans une formule chimique donnée. – Identifier des isomères de chaîne, de position ou de fonction. – Dessiner la représentation de Cram de différents conformères non cycliques. <p>Capacités expérimentales/numériques : construire, à partir de modèles moléculaires ou à l'aide d'un logiciel de représentation, différentes conformations d'une même molécule.</p>

Fonction chimique. Nomenclature de molécules organiques. Acide α -aminé, acide gras.	<ul style="list-style-type: none"> – Associer les fonctions alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique et amine à un groupe caractéristique. – Associer le nom d'une molécule organique non cyclique à sa formule semi-développée. – Identifier et représenter un acide α-aminé et un acide gras.
Atome de carbone asymétrique. Énantiométrie.	<ul style="list-style-type: none"> – Identifier un atome de carbone asymétrique. – Définir une relation d'énantiométrie. – Dessiner la représentation de Cram de deux énantiomères. <p>Capacités expérimentales/numériques : reconnaître deux énantiomères dans le cas d'un seul atome de carbone asymétrique, à partir de modèles moléculaires ou à l'aide d'un logiciel de représentation.</p>

Solvants et solutés

<p>Cette partie aborde la notion de concentration, exprimée en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$; les notions de concentration (en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), de solvant et de soluté ayant été vues en seconde. L'accent est mis sur les gestes expérimentaux. Les phénomènes qui influent sur la dissolution d'une espèce chimique dans un solvant sont décrits, en réinvestissant les notions de liaisons intermoléculaires, tout en conservant une approche expérimentale.</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Isotopes. Masse molaire.	<ul style="list-style-type: none"> – Déterminer la composition du noyau des isotopes d'un élément chimique à partir du nombre de masse A et du numéro atomique Z. – Déterminer la valeur de la masse molaire d'un élément chimique à partir de sa composition isotopique. – Déterminer la valeur de la masse molaire d'une espèce chimique à partir de sa formule brute.
Masse volumique, densité, pureté. Quantité de matière. Concentration Dilution.	<ul style="list-style-type: none"> – Déterminer la masse d'un échantillon liquide ou solide à partir de sa densité ou de sa masse volumique. – Déterminer une quantité de matière à partir du volume ou de la masse d'un solide ou d'un liquide en tenant compte de sa pureté. – Connaître et exploiter l'expression de la concentration en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ d'une espèce moléculaire ou ionique dissoute. <p>Capacité expérimentale : réaliser une gamme étalon par dilution.</p>
Solvants usuels. Dissolution d'une espèce moléculaire ou ionique ; bilan de matière.	<ul style="list-style-type: none"> – Citer et identifier des solvants polaires et apolaires usuels. – Décrire la dissolution d'une espèce ionique ou moléculaire en faisant intervenir les liaisons intermoléculaires entre soluté et solvant. – Modéliser par une équation de réaction la dissolution d'une espèce solide moléculaire ou ionique. – Effectuer un bilan de matière lors de la dissolution totale d'une espèce solide ionique. <p>Capacité expérimentale : préparer une solution aqueuse de</p>

	concentration donnée par dissolution ou dilution.
Solubilité. Solution saturée. Influence du pH et de la température.	<ul style="list-style-type: none"> – Définir la solubilité molaire et massique d'une espèce chimique. – Exploiter des données sur la solubilité pour établir qu'une solution est saturée ou non. – Relier la solubilité d'une espèce chimique dans l'eau ou dans un solvant organique à sa structure en utilisant les termes : hydrophile, hydrophobe, lipophile, lipophobe, amphiphile. – Comparer les solubilités d'une espèce chimique dans l'eau ou dans un solvant organique en analysant les structures du soluté et des solvants. – Interpréter qualitativement l'influence du pH sur la solubilité d'une espèce chimique dans l'eau. <p>Capacité expérimentale : mettre en œuvre un protocole pour étudier l'influence du pH et de la température sur la solubilité d'une espèce chimique.</p>

■ Transformation chimique de la matière

Réactions acido-basiques en solution aqueuse

Le caractère acide ou basique des solutions aqueuses par mesure du pH est connu depuis le collège. Le concept de couple acide/base est présenté en utilisant le modèle de Brønsted du transfert de proton. La notion de transformation chimique non totale, appliquée aux réactions acido-basiques, est abordée à partir de la mesure de pH. Le pKa d'un couple acide/base est introduit expérimentalement et sa valeur ainsi déterminée permet de définir les domaines de prédominance. Les milieux tampons, omniprésents en biologie, sont présentés à travers les propriétés des solutions tampons.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Acides et bases. Couple acide/base. Solutions acides et basiques.	<ul style="list-style-type: none"> – Définir un acide comme un donneur de proton et une base comme un accepteur de proton, en utilisant le schéma de Lewis de l'espèce considérée. – Identifier l'acide et la base dans un couple donné. – Prévoir le sens d'évolution du pH d'une solution aqueuse par dilution. <p>Capacité expérimentale : étalonner un pH-mètre et mesurer un pH.</p>
Acides et bases usuels.	<ul style="list-style-type: none"> – Connaître et écrire les formules chimiques de quelques espèces usuelles tels que les acides forts (chlorhydrique, nitrique, sulfurique), les acides faibles (phosphorique, éthanoïque, dioxyde de carbone en solution aqueuse, ion ammonium), les bases fortes (soude ou hydroxyde de sodium, potasse ou hydroxyde de potassium) et les bases faibles (ammoniac, ion carbonate, ion phosphate).
pH en solution aqueuse.	<ul style="list-style-type: none"> – Connaître la relation $\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+])$ et l'utiliser pour estimer la

Acides forts, bases fortes.	<p>valeur du pH ou de la concentration en ions H_3O^+.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Écrire l'équation de la réaction totale d'un acide fort ou une base forte avec l'eau en utilisant le symbolisme de la simple flèche. – Écrire l'équation de la réaction non totale d'un acide faible ou une base faible avec l'eau en utilisant le symbolisme de la double flèche. – Recenser les espèces spectatrices. <p>Capacité expérimentale : mesurer le pH d'une solution aqueuse d'un acide ou d'une base pour en apprécier le caractère fort ou faible.</p>
Acides faibles, bases faibles.	
Autoprotolyse de l'eau ; constante d'autoprotolyse de l'eau.	<ul style="list-style-type: none"> – Écrire l'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau. – Connaître la relation $K_e = [H_3O^+][HO^-]$ et la valeur de K_e à 25 °C pour en déduire le pH de l'eau pure.
pKa d'un couple acide-base ; domaines de prédominance.	<ul style="list-style-type: none"> – Définir le pKa d'un couple acide/base comme étant le pH d'une solution équimolaire d'acide faible et de base faible conjugués. – Identifier l'espèce prédominante d'un couple acide/base en fonction du pH du milieu et du pKa du couple, notamment dans le cas des acides α-aminés. – Citer les propriétés d'une solution tampon. <p>Capacité expérimentale : préparer une solution tampon par mélange de solutions d'un acide et de sa base conjuguée.</p>
Solutions tampons.	

Cinétique d'une réaction chimique

<p>Certaines transformations chimiques sont tellement rapides qu'elles paraissent instantanées, d'autres sont suffisamment lentes pour permettre la mesure de la vitesse de transformation d'un réactif ou de formation d'un produit. L'objectif de cette partie est de caractériser ces vitesses de transformation ou de formation. Le temps de demi-réaction permet d'estimer la durée d'une transformation chimique modélisée par une réaction unique. L'effet d'un catalyseur est observé expérimentalement, notamment dans le domaine biologique.</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Vitesse d'apparition d'un produit, vitesse de disparition d'un réactif.</p> <p>Temps de demi-réaction.</p> <p>Notion mathématique : nombre dérivé.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Définir les vitesses de disparition d'un réactif et d'apparition d'un produit. <p>Capacité expérimentale : suivre l'évolution temporelle de la concentration d'un réactif ou d'un produit pour déterminer la valeur de la vitesse d'apparition d'un produit ou de disparition d'un réactif en estimant la valeur du nombre dérivé en un point de la courbe d'évolution.</p> <p>Capacité numérique : utiliser un tableur pour déterminer la valeur approchée d'un nombre dérivé à partir de données expérimentales.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Estimer un temps de demi-réaction en exploitant une courbe ou un tableau de valeurs (temps, concentration).
Facteurs cinétiques.	<ul style="list-style-type: none"> – Exploiter des données expérimentales pour mettre en évidence l'influence de la température ou des concentrations des réactifs sur

Catalyse homogène, hétérogène et enzymatique.	<p>la vitesse de disparition ou d'apparition.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Définir un catalyseur et l'identifier dans une transformation chimique. – Qualifier la nature de la catalyse.
---	--

■ Mouvements et interactions

Cette partie s'inscrit dans la continuité des programmes de seconde avec l'ambition de conforter la démarche de modélisation à laquelle se prête bien la mécanique en se limitant au modèle du point matériel. Tout en renforçant les acquis de seconde concernant la relation entre position et vitesse, le programme introduit la notion d'accélération en se limitant à des mouvements rectilignes. On attend des élèves qu'ils soient en mesure d'estimer la vitesse d'un objet à partir d'un relevé de positions ou d'estimer l'accélération à partir d'un relevé de vitesses. On attend également qu'ils déterminent la position d'un objet à partir de sa vitesse (et respectivement sa vitesse à partir de son accélération) en travaillant par intervalles de temps suffisamment petits. C'est l'occasion de construire des liens avec les mathématiques autour de la notion de nombre dérivé.

La deuxième partie qui porte sur les interactions a pour objectifs d'exploiter le principe d'inertie et d'utiliser la seconde loi de Newton en associant une variation de vitesse (en valeur et / ou en direction) à une force résultante non nulle. Il est précisé aux élèves que les lois de Newton ne sont valables que dans un référentiel galiléen mais l'identification d'un référentiel galiléen n'est pas exigible. On s'intéresse ensuite aux objets en mouvement de chute verticale avec ou sans force de frottement fluide. L'objectif est triple : à partir d'observations expérimentales, identifier les effets des forces de frottement sur une chute, confronter les résultats au modèle de la chute libre, estimer des ordres de grandeurs avant de chercher à modéliser une situation.

Enfin, l'approche énergétique ne concerne que les mouvements rectilignes avec ou sans force de frottement fluide. L'objectif est d'estimer des puissances moyennes à fournir pour accélérer un objet, ou le maintenir à vitesse constante alors qu'il existe des forces de frottements fluides. Cette partie prépare l'introduction de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique en terminale.

Si la rédaction est centrée sur les notions et méthodes de la mécanique il ne s'agit cependant pas d'en proposer une présentation décontextualisée. Les supports de travail sont nombreux et appartiennent à des domaines aussi variés que les transports, l'aéronautique, l'exploration spatiale, la biophysique, le sport, la géophysique, la planétologie, l'astrophysique ou encore l'histoire des sciences.

Mouvements

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Notion de référentiel.</p> <p>Vitesse moyenne.</p> <p>Coordonnées du vecteur vitesse :</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Choisir un référentiel d'étude. – Estimer des ordres de grandeurs de valeurs de vitesses et d'accélération dans des situations de la vie courante. – Faire le lien entre la vitesse moyenne obtenue à partir des mesures de positions et la vitesse associée au nombre dérivé. – Citer et exploiter la relation entre les coordonnées de la

$v_x = \frac{dx}{dt} \text{ et } v_y = \frac{dy}{dt}.$ <p>Accélération.</p> <p>Loi horaire, trajectoire.</p> <p>Notions mathématiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> – coordonnées cartésiennes d'un vecteur ; – nombre dérivé ; – fonction dérivée ; – calcul approché d'une primitive par la méthode d'Euler. 	<p>position et celles du vecteur vitesse.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Exploiter la relation entre vitesse et accélération dans le cas d'un mouvement rectiligne à accélération constante. – Exploiter une loi de vitesse donnée en fonction du temps pour construire une approximation des positions par incréments de temps. Expliquer l'influence de la valeur des incréments de temps. <p>Capacité expérimentale : mesurer la vitesse d'un objet.</p> <p>Capacités numériques : dans le cas d'un mouvement plan, utiliser un tableur, un logiciel ou un programme informatique pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Représenter graphiquement l'évolution temporelle des coordonnées de position et la trajectoire à partir d'un tableau de valeurs de positions ; – Calculer les coordonnées du vecteur vitesse à partir d'un tableau de valeurs de positions ; – Calculer les positions successives à partir d'un tableau de valeurs de vitesses.
<p>Interactions</p>	
<p>Notions et contenus</p>	<p>Capacités exigibles</p>
<p>Notion de référentiel galiléen.</p> <p>Actions mécaniques sur un objet en mouvement.</p> <p>Lois de Newton.</p> <p>Notions mathématiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> – addition de vecteurs ; – projection orthogonale d'un vecteur sur un axe. 	<ul style="list-style-type: none"> – Identifier et caractériser des actions mécaniques sur un objet. – Modéliser une action mécanique par une force. – Établir un bilan de forces. – Effectuer un bilan quantitatif de forces pour un système à l'équilibre ou en mouvement rectiligne uniforme. – Dans le cas d'un mouvement plan, utiliser la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées au système : <ul style="list-style-type: none"> – pour en déduire une estimation de la variation de vitesse sur un intervalle de temps, les forces appliquées au système étant connues ; – pour en déduire une estimation des forces appliquées au système, le comportement cinématique étant connu. – Citer et exploiter la seconde loi de Newton dans le cas d'un mouvement rectiligne.
<p>Exemples de forces s'exerçant sur un objet <u>en mouvement</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> – poids ; – force d'interaction gravitationnelle ; – poussée d'Archimède ; 	<ul style="list-style-type: none"> – Citer et exploiter l'expression du poids et de la force d'interaction gravitationnelle. – Exploiter l'expression de la poussée d'Archimède et de forces de frottement. – Estimer l'ordre de grandeur des forces en présence et les comparer.

<ul style="list-style-type: none"> – force de frottement fluide ; – force exercée par un support. <p>Notion mathématique : primitives des polynômes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Caractériser un mouvement de chute libre verticale. – Établir la loi d'évolution de la vitesse et de la position en fonction du temps dans le cas du modèle de la chute libre verticale. – Exploiter des résultats expérimentaux pour expliquer l'effet d'un frottement et de la poussée d'Archimède sur une chute verticale en les confrontant au modèle de la chute libre. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mettre en œuvre un protocole pour confronter des résultats expérimentaux au modèle de la chute libre. – Mettre en œuvre un protocole pour mesurer une force de frottement fluide et en déduire la viscosité du fluide.
--	---

Aspects énergétiques

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Énergie cinétique.</p> <p>Transfert d'énergie par travail mécanique.</p> <p>Puissance moyenne.</p> <p>Notions mathématiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> – produit scalaire ; – projection orthogonale d'un vecteur sur un axe. 	<ul style="list-style-type: none"> – Citer et exploiter les relations définissant l'énergie cinétique et le travail d'une force constante lors d'un mouvement rectiligne. – Associer une variation d'énergie cinétique au travail des forces. – Citer et exploiter la relation entre travail et puissance moyenne. – Estimer une puissance moyenne nécessaire pour : <ul style="list-style-type: none"> – modifier la valeur d'une vitesse sur une durée donnée ; – maintenir une vitesse constante en présence de frottements.

■ Ondes et signaux

Ondes mécaniques

<p>Cette partie permet de consolider les notions abordées dans le programme de seconde et au collège concernant l'acoustique. La notion d'onde progressive est abordée, elle sera approfondie en terminale.</p> <p>L'approche expérimentale est privilégiée avec l'utilisation de capteurs, de microcontrôleurs, de logiciels d'analyse ou de simulation d'un signal sonore.</p>	
Notions ou contenus	Capacités exigibles
<p>Ondes mécaniques : ondes progressives à une dimension.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Citer des exemples d'ondes mécaniques progressives. – Distinguer une onde longitudinale d'une onde transversale. – Représenter graphiquement, à différents instants, l'état d'un système parcouru par une onde.

	<ul style="list-style-type: none"> – Exploiter la relation entre le retard, la distance et la célérité.
<p>Ondes sonores et ultrasonores ; propagation.</p> <p>Notions mathématiques : fonctions périodiques, fonctions trigonométriques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Énoncer qu'un milieu matériel est nécessaire à la propagation d'une onde sonore. – Associer une onde sonore ou ultrasonore à la propagation d'une vibration du milieu et d'une pression acoustique. – Définir les grandeurs physiques associées à une onde mécanique sinusoïdale : célérité, amplitude, période, fréquence, longueur d'onde. – Citer et exploiter la relation entre longueur d'onde, célérité et période ou fréquence. – Citer l'ordre de grandeur de la célérité du son dans un gaz, un liquide et un solide. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mesurer la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde sonore ou ultrasonore. – Déterminer expérimentalement des distances à partir de la mesure d'un temps de vol d'une onde sonore ou ultrasonore.
<p>Niveau d'intensité sonore ; audition.</p> <p>Risque auditif.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Citer deux grandeurs influençant la perception sensorielle : le niveau sonore et la fréquence d'un son. – Citer le domaine des fréquences audibles. – Exploiter une courbe audiométrique de l'oreille humaine. – Identifier des situations d'exposition au risque auditif. <p>Capacité expérimentale : mesurer un niveau d'intensité sonore en décibel (dB).</p>

Ondes électromagnétiques

Cette partie introduit la notion d'onde électromagnétique, à partir des ondes lumineuses. Les différents types d'ondes électromagnétiques et leurs utilisations sont balayés. L'exploitation de spectres de différentes sources lumineuses permet d'illustrer les principales techniques de production de la lumière.

Le modèle corpusculaire de la lumière est également introduit afin d'aborder l'interaction lumière – matière et l'interprétation des spectres de raies. Les propriétés du laser sont mises en évidence expérimentalement.

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Ondes électromagnétiques.</p> <p>Modèle ondulatoire de la lumière.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Énoncer qu'une onde électromagnétique peut se propager dans le vide. – Citer la valeur de la célérité de la lumière dans le vide ou l'air. – Définir les grandeurs physiques associées à une onde électromagnétique sinusoïdale : amplitude, période, fréquence, longueur d'onde, célérité. – Citer et exploiter la relation entre longueur d'onde, célérité et fréquence.

<p>Spectre des ondes électromagnétiques ; rayonnements gamma, X, UV, visible, IR, micro-ondes, ondes radio.</p> <p>Sources lumineuses.</p> <p>Spectres d'émission et spectres d'absorption.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence et leur longueur d'onde dans le vide. – Citer les ordres de grandeur des longueurs d'onde limites du spectre visible. – Citer des domaines d'utilisation des différents types d'ondes électromagnétiques. – Caractériser différentes sources lumineuses à l'aide de leur spectre : laser, LED, lampe à incandescence, lampe spectrale etc. – Distinguer spectres d'émission et spectres d'absorption, spectres continus et spectres de raies. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mettre en œuvre un protocole pour observer le spectre de différentes sources lumineuses. – Mettre en œuvre un protocole pour observer un spectre d'absorption d'une solution.
<p>Photon, énergie d'un photon.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière. – Citer et exploiter la relation entre l'énergie d'un photon et la fréquence de l'onde. – Classer les ondes électromagnétiques selon l'énergie du photon. – Interpréter et exploiter la présence de raies dans un spectre à l'aide de données tabulées.

Programme de mathématiques

■ Intentions majeures

En étroite articulation avec le programme de mathématiques du tronc commun qu'il permet à la fois de compléter et d'approfondir, le programme de mathématiques de l'enseignement de spécialité physique chimie et mathématiques est organisé autour de deux thèmes : géométrie dans le plan et analyse. Il vise deux objectifs :

- permettre l'acquisition de connaissances et le développement de compétences mathématiques immédiatement utiles pour la physique, la chimie et les biotechnologies (produit scalaire, fonctions trigonométriques, dérivées, techniques et automatismes de calcul) ;
- développer des capacités d'abstraction, de raisonnement et d'analyse critique dont le rôle est essentiel dans la réussite d'études supérieures.

Les activités menées en lien avec la physique-chimie donnent l'occasion de développer plus particulièrement les compétences « modéliser » et « représenter ».

■ Géométrie dans le plan

Trigonométrie

Contenus

- Cercle trigonométrique, radian.
- Mesures d'un angle orienté, mesure principale.
- Fonctions circulaires sinus et cosinus : périodicité, variations, parité. Valeurs remarquables en $0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}, \pi$.
- Fonctions $t \mapsto A\cos(\omega t + \varphi)$ et $t \mapsto A\sin(\omega t + \varphi)$: amplitude, périodicité, phase à l'origine, courbes représentatives.

Capacités attendues

- Effectuer des conversions de degré en radian, de radian en degré.
- Résoudre, par lecture sur le cercle trigonométrique, des équations du type $\cos(x) = a$ et $\sin(x) = a$.
- Connaître et utiliser les relations entre sinus et cosinus des angles associés : $x ; -x ; \pi - x ; \pi + x ; \frac{\pi}{2} - x ; \frac{\pi}{2} + x$.
- Utiliser ces relations pour justifier les propriétés de symétrie des courbes des fonctions circulaires.

Commentaires

- On vise une bonne familiarisation des élèves avec les fonctions trigonométriques, en appui sur le cercle trigonométrique.

- Les élèves sont entraînés à mémoriser certains résultats sous forme d'images mentales basées sur le cercle trigonométrique.
- En lien avec la physique, on utilise le vocabulaire « phase instantanée » pour désigner l'expression $(\omega t + \varphi)$ et « phase à l'origine » pour le paramètre φ .

Liens avec l'enseignement de physique-chimie

Grandeurs physiques associées à une onde mécanique sinusoïdale : amplitude, période, fréquence.

Produit scalaire

Contenus

- Définition géométrique : si \vec{u} et \vec{v} sont non nuls alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = \|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\| \times \cos(\theta)$ où θ est une mesure de l'angle entre \vec{u} et \vec{v} ; si \vec{u} ou \vec{v} est nul alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0$.
- Projection orthogonale d'un vecteur sur un axe.
- Interprétation du produit scalaire en termes de projections orthogonales (du vecteur \vec{u} sur l'axe dirigé par \vec{v} ou du vecteur \vec{v} sur l'axe dirigé par \vec{u}).
- Propriétés du produit scalaire : bilinéarité, symétrie.
- Expressions, dans une base orthonormée, du produit scalaire de deux vecteurs, de la norme d'un vecteur.
- Caractérisation de l'orthogonalité.
- Théorème d'Al Kashi, égalité du parallélogramme.

Capacités attendues

- Calculer la projection d'un vecteur sur un axe.
- Interpréter $\|\vec{u}\| \cos(\theta)$ en termes de projection.
- Utiliser un produit scalaire pour démontrer l'orthogonalité de deux vecteurs, pour calculer un angle non orienté.
- Utiliser un produit scalaire pour calculer des longueurs.

Commentaires

- Les situations de géométrie repérée sont uniquement traitées dans un repère orthonormé.
- Le théorème d'Al Kashi est présenté comme une généralisation du théorème de Pythagore.

Liens avec l'enseignement de physique-chimie

L'étude du travail d'une force lors d'un mouvement rectiligne permet de réinvestir la notion de produit scalaire et de projection d'un vecteur sur un axe. On démontre que le travail d'une force perpendiculaire à la trajectoire est nul ou encore que le travail de la force résultante est la somme des travaux des forces en présence (illustration de la propriété de bilinéarité du produit scalaire).

■ Analyse

Dérivées

Contenus

Point de vue local

- Notations : $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_{x_0}$, $\frac{dy}{dx}(x_0)$, $\frac{df}{dx}(x_0)$, $f'(x_0)$.
- Approximation affine d'une fonction au voisinage d'un point.

Point de vue global

Calcul des dérivées :

- d'une somme, d'un produit, de l'inverse, d'un quotient ;
- de $x \mapsto x^n$ pour n entier naturel non nul ; $x \mapsto \frac{1}{x}$;
- d'un polynôme ;
- des fonctions cosinus et sinus ;
- de $x \mapsto f(ax+b)$, $t \mapsto A \cos(\omega t + \varphi)$ et $t \mapsto A \sin(\omega t + \varphi)$.

Capacités attendues

- Utiliser les différentes notations du taux de variation et du nombre dérivé en un point.
- Effectuer des calculs approchés à l'aide de l'approximation affine en un point.
- Calculer une fonction dérivée.
- Étudier le sens de variation d'une fonction.

Commentaires

- Pour la fonction $x \mapsto x^n$, on généralise les résultats étudiés pour $n = 2$ et $n = 3$ dans le cadre de l'enseignement commun.
- On fait remarquer la forme unifiée de l'expression de la dérivée de $x \mapsto x^n$ pour $n \geq -1$ comme moyen mnémotechnique.
- Pour la dérivée d'un produit, on présente le principe de la démonstration à partir du taux de variation.
- Le résultat pour le quotient est admis à ce stade. Il pourra être démontré en terminale à partir de la composition.

Liens avec l'enseignement de physique-chimie

- Si la relation $y = f(x)$ traduit une dépendance entre deux grandeurs, les notations $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_{x_0}$, $\frac{dy}{dx}(x_0)$ ou $\frac{df}{dx}(x_0)$ favorisent l'interprétation du nombre dérivé comme taux de variation infinitésimal.
- L'approximation affine de f au voisinage de x_0 permet de calculer, au premier ordre, l'accroissement de la grandeur $y = f(x)$ en fonction de celui de la grandeur x : $\Delta y = f'(x_0)\Delta x$.
- Cas particulier où la variable est le temps : lien entre nombre dérivé et vitesse, coordonnées du vecteur vitesse, accélération ; vitesse d'apparition d'un produit, de disparition d'un réactif.

Primitives

Contenus

- Définition d'une primitive.
- Deux primitives d'une même fonction sur un intervalle diffèrent d'une constante.
- Primitives d'un polynôme.
- Primitives des fonctions $t \mapsto A \cos(\omega t + \varphi)$ et $t \mapsto A \sin(\omega t + \varphi)$.
- Exemples de calcul approché d'une primitive par la méthode d'Euler.

Capacités attendues

- Calculer des primitives.
- Construire point par point, par la méthode d'Euler, une approximation de la courbe représentative de la solution d'un problème de Cauchy du type : $y'(t) = f(t)$ et $y(t_0) = y_0$.

Commentaires

- Le théorème affirmant que deux primitives d'une même fonction sur un intervalle diffèrent d'une constante est admis mais commenté : on peut justifier par un argument cinématique qu'une fonction de dérivée identiquement nulle est constante ou encore, par un argument géométrique, que deux fonctions ayant en tout point le même nombre dérivé ont des « courbes parallèles », l'une étant obtenue à partir de l'autre par une translation verticale.
- Pour la méthode d'Euler, on prend une fonction dont l'expression explicite d'une primitive n'est pas connue à ce stade (par exemple $t \mapsto \frac{1}{t}$ ou $t \mapsto \frac{1}{1+t^2}$).

Liens avec l'enseignement de physique-chimie

- Exploiter une loi de vitesse donnée en fonction du temps pour construire une approximation des positions par incréments de temps. Expliquer l'influence de la valeur des incréments de temps.
- Calculer la loi horaire à partir de la vitesse ou de l'accélération dans le cas d'un mouvement à accélération constante.
- Établir la loi d'évolution de la vitesse et de la position en fonction du temps dans le cas du modèle de la chute libre verticale.

Situation algorithmique

Construire différents points d'une approximation de courbe intégrale par la méthode d'Euler.

ANNEXE 4

Programme d'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire de la classe de première de la voie technologique, série sciences et technologies de laboratoire (STL)

Sommaire

Introduction générale	2
■ <i>Objectifs de formation</i>	2
■ <i>Organisation des programmes</i>	2
■ <i>Les compétences de la démarche scientifique</i>	3
■ <i>Repères pour l'enseignement</i>	4
■ <i>Mesure et incertitudes</i>	4
Contenus disciplinaires	6
■ <i>Chimie et développement durable</i>	6
■ <i>Image</i>	9
■ <i>Instrumentation</i>	13
■ <i>Ouverture vers le monde de la recherche ou de l'industrie et initiation à la démarche de projet</i>	16

Introduction générale

■ Objectifs de formation

Dans la continuité de la classe de seconde générale et technologique, les programmes de physique-chimie des enseignements de spécialité de physique-chimie et mathématiques et de sciences physiques et chimiques en laboratoire visent à former aux méthodes et démarches scientifiques en mettant particulièrement en avant la pratique expérimentale et l'activité de modélisation. L'objectif est triple :

- donner une vision authentique de la physique et de la chimie ;
- permettre de poursuivre des études supérieures scientifiques et technologiques dans de nombreux domaines ;
- transmettre une culture scientifique et ainsi permettre aux élèves de faire face aux évolutions scientifiques et technologiques qu'ils rencontreront dans leurs activités professionnelles.

Les élèves qui ont choisi l'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire expriment leur goût pour un enseignement scientifique qui prend appui sur la pratique expérimentale telle qu'elle existe en laboratoire. La pratique expérimentale est donc centrale dans ce programme : l'objectif est de travailler l'analyse, la compréhension, la mise en œuvre et dans certains cas la conception de protocoles expérimentaux tout en développant les concepts liés aux notions physiques et chimiques qui leur sont associées. Dans ce cadre, les élèves sont formés à la maîtrise du geste expérimental, à l'utilisation des instruments de mesure et à l'estimation des incertitudes dans le contexte des activités expérimentales. L'intégration des instruments de mesure dans des systèmes plus complexes conduit aussi à s'intéresser au traitement numérique des résultats de mesure, que ce soit pour valider l'utilisation d'un modèle, contrôler la qualité d'un produit ou réguler une grandeur physique ou chimique dans un système technologique.

■ Organisation des programmes

Ce programme est en continuité avec le programme de physique-chimie de la classe de seconde générale et technologique dont il reprend les compétences de la démarche scientifique. Les thèmes retenus s'inscrivent en complémentarité avec le programme de physique-chimie et mathématiques de cette classe de première STL. Le thème « Chimie et développement durable » aborde les synthèses chimiques et les analyses physico-chimiques en traitant systématiquement des règles de sécurité et de l'impact environnemental. Le thème « Image » prend appui sur l'examen de l'appareil photographique numérique pour travailler les notions liées à la vision et à la synthèse des couleurs, et permet de faire le lien entre les caractéristiques d'une prise de vue (focale, ouverture et temps de pose) et les caractéristiques de la photographie (angle et profondeur de champ) en exploitant le modèle de la lentille mince. Enfin, le thème « Instrumentation » s'intéresse à la conception et aux propriétés d'une chaîne de mesure et à son utilisation.

Une partie de l'horaire de cet enseignement est consacrée à la démarche de projet, l'objectif étant de les préparer, à partir d'études de cas ou de mini-projets, à construire des compétences qui leur permettront de conduire un projet avec une plus grande autonomie en classe de terminale.

Dans l'écriture des programmes, chaque thème comporte plusieurs parties : chacune d'elles présente une introduction spécifique précisant les objectifs de formation. Cette introduction est complétée par un tableau en deux colonnes identifiant, d'une part, les notions et contenus abordés et, d'autre part, les capacités exigibles, dont les capacités expérimentales, particulièrement importantes en série STL. Par ailleurs, les capacités numériques associées aux notions et contenus sont mentionnées ; le langage de programmation conseillé est le langage Python. L'usage des microcontrôleurs peut aussi conduire à l'utilisation du langage de programmation dédié au système.

L'organisation du programme n'impose pas la progression pédagogique qui relève de la liberté pédagogique du professeur.

■ Les compétences de la démarche scientifique

Les compétences retenues pour caractériser la démarche scientifique visent à structurer la formation et l'évaluation des élèves. L'ordre de leur présentation ne préjuge en rien de celui dans lequel les compétences seront mobilisées par l'élève dans le cadre d'activités. Quelques exemples de capacités associées précisent les contours de chaque compétence, l'ensemble n'ayant pas vocation à constituer un cadre rigide.

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
S'approprier	<ul style="list-style-type: none"> – Énoncer une problématique – Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée – Représenter la situation par un schéma
Analyser/ Raisonnement	<ul style="list-style-type: none"> – Formuler des hypothèses – Proposer une stratégie de résolution – Planifier des tâches – Évaluer des ordres de grandeur – Choisir un modèle ou des lois pertinentes – Choisir, élaborer, justifier un protocole – Faire des prévisions à l'aide d'un modèle – Procéder à des analogies
Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> – Mettre en œuvre les étapes d'une démarche – Utiliser un modèle – Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données etc.) – Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité
Valider	<ul style="list-style-type: none"> – Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance – Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence

	<ul style="list-style-type: none"> – Confronter un modèle à des résultats expérimentaux – Proposer d'éventuelles améliorations de la démarche ou du modèle
Communiquer	<p>À l'écrit comme à l'oral :</p> <ul style="list-style-type: none"> – présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ; utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés ; – échanger entre pairs.

Le niveau de maîtrise de ces compétences dépend de l'autonomie et de l'initiative requises dans les activités proposées aux élèves sur les notions et capacités exigibles du programme. La mise en œuvre des programmes est aussi l'occasion de développer le travail d'équipe et d'aborder avec les élèves des enjeux civiques mettant en jeu la responsabilité individuelle et collective, la sécurité pour soi et pour autrui, l'éducation à l'environnement et au développement durable.

■ Repères pour l'enseignement

Dans le cadre de la mise en œuvre des programmes des enseignements de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire et de physique-chimie et mathématiques, l'approche expérimentale est essentielle ; elle permet l'acquisition de compétences propres et donne lieu à des synthèses régulières pour structurer savoirs et savoir-faire, et pour les appliquer ensuite dans des contextes différents. Elle vise l'acquisition ou le renforcement de connaissances des lois et des modèles physiques et chimiques fondamentaux qui sont régulièrement confrontés à l'expérience. Elle forme aussi à la méthodologie de résolution de problèmes avec une entrée expérimentale. Chaque fois que cela est possible, une mise en perspective de ces savoirs avec l'histoire des sciences et l'actualité scientifique est mise en œuvre.

Le professeur est invité à privilégier la mise en activité des élèves pour construire leur autonomie et développer le travail en équipe. Cette stratégie est essentielle lors de la formation des élèves à la démarche de projet.

Les évaluations, variées dans leurs formes et dans leurs objectifs, valorisent les compétences différentes de chaque élève. Une identification claire des attendus favorise l'autoévaluation des élèves. Une attention particulière est portée au développement des compétences orales des élèves.

■ Mesure et incertitudes

La pratique de laboratoire confronte les élèves à la conception, à la mise en œuvre et à l'analyse critique de protocoles de mesures. Évaluer l'incertitude d'une mesure et caractériser la fiabilité et la validité d'un protocole sont des éléments essentiels de la formation dans la série sciences et technologies de laboratoire. Ces notions sont transversales au programme de physique-chimie ; elles sont abordées en prenant appui sur le contenu de chacun des modules des enseignements de spécialité du programme du

cycle terminal.

En complément du programme de la classe de seconde générale et technologique, les programmes des enseignements de spécialité de la classe de première STL introduisent l'identification des sources d'erreurs ainsi que les notions de justesse et fidélité d'une mesure. L'approche statistique et l'évaluation de l'incertitude associée (type A) sont complétées par l'introduction de la notion de répétabilité. L'évaluation de type B d'une incertitude-type est abordée dans le cas d'une mesure effectuée avec un instrument de mesure dont les caractéristiques sont données.

La différence entre le résultat d'une mesure et la valeur de référence, si elle existe, est appréciée en l'évaluant en nombre d'incertitudes-types.

Notions et contenu	Capacités exigibles
Sources d'erreurs. Variabilité de la mesure d'une grandeur physique. Justesse et fidélité. Dispersion des mesures, incertitude-type sur une série de mesures. Incertitude-type sur une mesure unique. Expression du résultat. Valeur de référence.	Identifier les principales sources d'erreurs lors d'une mesure. Exploiter des séries de mesures indépendantes (histogramme, moyenne et écart-type) pour comparer plusieurs méthodes de mesure d'une grandeur physique, en termes de justesse et de fidélité. Procéder à une évaluation de type A d'une incertitude-type. Procéder à une évaluation de type B d'une incertitude-type pour une source d'erreur en exploitant une relation fournie et/ou les notices constructeurs. Exprimer un résultat de mesure avec le nombre de chiffres significatifs adaptés et l'incertitude-type associée. Discuter de la validité d'un résultat en comparant la différence entre le résultat d'une mesure et la valeur de référence d'une part et l'incertitude-type d'autre part. Capacités numériques : À l'aide d'un tableur ou d'un programme informatique : <ul style="list-style-type: none">- traiter des données expérimentales,- représenter les histogrammes associés à des séries de mesures.

Contenus disciplinaires

■ Chimie et développement durable

Sécurité et environnement	
<p>La chimie, science de la matière et de ses transformations, apporte des réponses aux défis que se pose l'humanité notamment en matière de gestion des ressources, dans une logique de développement durable. La connaissance toujours plus fine des propriétés des espèces chimiques implique une utilisation raisonnée de celles-ci dans le cadre de synthèses chimiques maîtrisées en matière d'impact environnemental. Les travaux expérimentaux sont menés dans le respect constant des règles de sécurité.</p> <p>Les capacités exigibles dans ce domaine « Sécurité et environnement » sont à travailler et à évaluer tout au long de l'étude du thème « Chimie et développement durable ».</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Règles de sécurité au laboratoire, équipement de protection individuel (EPI).</p> <p>Pictogrammes de sécurité, phrases H (<i>hazardous</i>) & P (<i>precaution</i>).</p> <p>Fiches de données de sécurité (FDS).</p> <p>Règlement CLP (<i>classification, labelling and packaging</i>), stockage.</p>	<ul style="list-style-type: none">– Connaître et appliquer les principales règles de sécurité au laboratoire.– Analyser et respecter les consignes de sécurité données dans un protocole à l'aide des pictogrammes de sécurité, des phrases H&P et des fiches de données de sécurité.– Relever sur une FDS fournie les données relatives à la toxicité des espèces chimiques.– Exploiter une étiquette conforme au règlement CLP pour en tirer des informations sur les propriétés et le stockage d'une substance chimique.
<p>Recyclage des substances chimiques.</p> <p>Principes de la chimie verte, impact environnemental, économique et social.</p>	<ul style="list-style-type: none">– Identifier et justifier le mode d'élimination d'une espèce chimique en se référant aux données de sécurité.– Appliquer les principes de la chimie verte pour choisir parmi différents procédés de synthèse ou d'analyse.

Synthèses chimiques

Cette partie aborde les principales techniques de synthèse, de séparation et de purification, avec les contrôles de pureté associés. Les réactions de la chimie organique mises en jeu sont supposées totales et sont classées par type. La notion de réactif limitant est réinvestie pour déterminer le rendement d'une synthèse à partir des masses ou des volumes de réactifs. La notion d'hydrogène labile est introduite en lien avec la notion de couple acide-base vue dans l'enseignement de spécialité de physique-chimie et mathématiques.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Synthèse d'un composé organique. Extraction, séparation et purification. Distillation simple et recristallisation. Contrôles de pureté, chromatographie sur couche mince (CCM). Rendement.	<ul style="list-style-type: none">– Choisir le matériel adapté pour prélever les réactifs nécessaires à un protocole de synthèse donné.– Justifier l'utilisation d'un montage à reflux et d'une ampoule de coulée. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Prélever les réactifs pour une synthèse.▪ Réaliser un montage à reflux ; utiliser une ampoule de coulée. <ul style="list-style-type: none">– Justifier le choix d'un solvant, pour extraire une espèce chimique d'un mélange réactionnel, à l'aide de données tabulées.– Expliquer le principe d'une distillation simple.– Expliquer le principe d'une recristallisation en justifiant le choix du solvant utilisé. <p>Capacités expérimentales : réaliser une distillation simple, une recristallisation, une filtration, une filtration sous vide, une extraction par solvant, un séchage.</p> <ul style="list-style-type: none">– Expliquer le principe de la chromatographie sur couche mince.– Commenter la pureté d'un produit à l'aide d'une observation (CCM). <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Effectuer une CCM et interpréter les chromatogrammes obtenus.▪ Mesurer une température de fusion. <ul style="list-style-type: none">– Déterminer le réactif limitant d'une synthèse pour calculer le rendement en produit purifié en utilisant éventuellement un tableau d'avancement.
Réactions de synthèse. Sites électrophiles et nucléophiles. Hydrogène labile. Formalisme des flèches courbes pour représenter	<ul style="list-style-type: none">– Déterminer le type d'une réaction (substitution, addition, élimination ou acide-base) à partir de l'examen de la structure des réactifs et des produits.– Identifier les sites électrophiles et nucléophiles des différents réactifs pour une synthèse donnée.– Identifier l'atome d'hydrogène labile dans les alcools et les acides carboxyliques ; comparer leurs acidités en raisonnant sur la stabilisation des bases conjuguées par mésomérie.– Représenter par des mouvements de doublets d'électrons le

<p>un mouvement de doublet d'électrons.</p> <p>Hydrogénation d'un alcène, d'un aldéhyde ou d'une cétone.</p> <p>Réactivité des alcools (élimination, substitution, propriétés acido-basiques).</p>	<p>mécanisme d'une réaction d'un acide carboxylique avec l'ion hydroxyde ou un ion alcoolate.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Écrire l'équation d'une réaction d'hydrogénation. – Déterminer la formule des produits résultant de la déshydratation d'un alcool. – Interpréter un mécanisme réactionnel fourni pour la transformation d'un alcool et écrire l'équation de la réaction correspondante. – Repérer un catalyseur dans une transformation donnée. <p>Capacité expérimentale : réaliser une synthèse à partir d'un alcool.</p>
--	---

Analyses physico-chimiques	
<p>Il s'agit de caractériser et de quantifier les espèces chimiques dans différents milieux et à des concentrations parfois très faibles. Les techniques d'analyse, qualitatives et quantitatives, sont mises en œuvre et exploitées par les élèves. Les concepts liés à la mesure et aux incertitudes associées sont développés dans le cadre de ces techniques d'analyse. Les résultats des mesures sont exprimés avec un nombre adapté de chiffres significatifs.</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Tests d'identification, témoin.</p> <p>Propriétés physiques d'espèces chimiques : températures de changement d'état, masse volumique.</p> <p>Interaction rayonnement-matière.</p> <p>Spectroscopies UV-visible, IR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser une banque de données pour exploiter les résultats d'une analyse qualitative d'ions. <p>Capacité expérimentale : détecter la présence d'un ion, choisir un témoin pertinent pour effectuer une analyse qualitative.</p> <p>Capacité expérimentale : évaluer la température d'un changement d'état et la masse volumique d'une espèce chimique.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Relier la structure moléculaire au type de rayonnement absorbé : UV, visible ou IR. – Relier la couleur perçue à la longueur d'onde du rayonnement absorbé. – Utiliser des banques de données pour identifier ou confirmer des structures à partir de spectres.
<p>Dosages par étalonnage spectrophotométrique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Connaître et utiliser la loi de Beer-Lambert et ses limites. <p>Capacité expérimentale : concevoir et mettre en œuvre un protocole pour déterminer la concentration d'une solution à l'aide d'une gamme d'étalonnage.</p> <p>Capacité numérique : tracer et exploiter une courbe d'étalonnage à l'aide d'un tableur.</p>

<p>Dosages directs par titrage (l'équation de la réaction support étant donnée et supposée totale).</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Définir l'équivalence lors d'un dosage. – Déterminer les concentrations des espèces présentes dans le milieu réactionnel au cours du dosage en utilisant éventuellement un tableau d'avancement. – Déterminer la valeur de la concentration d'une solution inconnue. – Déterminer le volume à l'équivalence en exploitant une courbe de dosage pH-métrique. – Estimer une valeur approchée de pKa par analyse d'une courbe de dosage pH-métrique. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimer la valeur du volume à l'équivalence. ▪ Réaliser un dosage par changement de couleur. ▪ Réaliser un dosage pH-métrique. ▪ Repérer une équivalence. ▪ Exploiter les incertitudes-types, obtenues par une évaluation de type A, pour comparer un dosage pH-métrique et un dosage avec indicateur coloré. <p>Capacités numériques : tracer une courbe de dosage pH-métrique et déterminer le volume à l'équivalence à l'aide d'un logiciel.</p>
---	---

■ Image

La partie introductive de ce thème traite des aspects historiques de l'image et sensibilise les élèves au droit à l'image.

Dans la partie « Image, couleur et vision », l'étude d'un modèle optique simple de l'œil permet de réinvestir les notions d'optique géométrique abordées en classe de seconde. La description de la rétine en cellules photoréceptrices permet de préciser le rôle des cônes et bâtonnets dans la vision humaine. La perception des couleurs est interprétée à l'aide des courbes d'absorption des cônes et la couleur d'un objet est analysée en exploitant le modèle colorimétrique RVB. La présentation de la synthèse des couleurs, additive pour les écrans ou soustractive pour l'impression en couleurs, accorde une large place à l'expérience et à l'utilisation d'outils de simulation numérique pour expliquer et distinguer ces deux types de synthèse.

La partie « Images photographiques » vise à consolider et à approfondir les notions d'optique géométrique abordées en classe de seconde. Les constructions géométriques des images dont on confronte les résultats à ceux donnés par la formule de conjugaison sont limitées aux objets et aux images réels. Les mesures de distance focale donnent lieu à l'évaluation des incertitudes-types associées aux méthodes de mesure utilisées. L'introduction de la loupe permet de montrer que toutes les images ne sont pas réelles et d'aborder la notion d'image virtuelle qui sera reprise en terminale.

L'appareil photographique est modélisé par une description simple dans le cadre de l'optique géométrique. L'objectif est de faire le lien entre les caractéristiques optiques et physiques (focale, ouverture et temps de pose) de l'appareil et des éléments caractéristiques de la photographie comme l'angle de champ et la profondeur de champ.

Les parties portant sur la photographie numérique et la transmission d'une image numérique sont

essentiellement consacrées au capteur CCD (dispositif à couplage de charges) et à la numérisation des images. Elles ont pour objectif de faire appréhender quelques procédés de stockage et de transmission des images.

Le module donne lieu à de nombreuses activités expérimentales dont certaines relèvent du domaine de la mesure. Les incertitudes-types des mesures réalisées sont évaluées et, quand cela est pertinent, le résultat est comparé avec une valeur de référence (donnée constructeur, donnée tabulée, etc.). Les résultats des mesures sont exprimés avec un nombre de chiffres significatifs adapté.

Notions ou contenus	Capacités exigibles
<p>Aspect historique de l'image.</p> <p>Droits d'auteurs, droit à l'image.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Classer sur une échelle temporelle des périodes ou dates clés concernant l'image et ses supports : peintures rupestres, peintures à l'huile, photographie, cinéma, télévision, vidéo, etc. – Respecter le droit d'auteur et le droit à l'image.
<p>Image, couleur et vision</p>	
<p>Modèle optique de l'œil.</p> <p>Vision des couleurs.</p> <p>Synthèse additive des couleurs.</p> <p>Synthèse soustractive des couleurs.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Décrire et exploiter un modèle optique simplifié de l'œil. – Exploiter ce modèle optique de l'œil pour expliquer la myopie et l'hypermétropie. – Citer des applications faisant appel à la persistance rétinienne et estimer l'ordre de grandeur de sa durée. <p>Capacité expérimentale : mettre en œuvre un protocole pour expliquer l'accommodation, la myopie et l'hypermétropie.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Énoncer le rôle de chacun des deux types de cellules photosensibles de l'œil. – Exploiter les courbes de sensibilité relative de l'œil pour expliquer la vision des couleurs et le daltonisme. <ul style="list-style-type: none"> – Expliquer la vision des couleurs à l'aide de la structure de la rétine de l'œil humain et de la synthèse additive. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Concevoir, mettre en œuvre un protocole pour expliquer la synthèse additive des couleurs. ▪ Mettre en œuvre un protocole pour expliquer le principe du modèle colorimétrique RVB des écrans. <p>Capacité numérique : utiliser un logiciel dédié pour déterminer les composantes (R, V, B) d'une couleur.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Expliquer la couleur perçue d'un objet éclairé en lumière blanche en exploitant le modèle colorimétrique RVB. – Expliquer le principe de reconstitution des couleurs par une imprimante et par un procédé pictural.

Filtres.	<p>Capacité expérimentale : concevoir, mettre en œuvre un protocole pour expliquer la synthèse soustractive des couleurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Citer des procédés de production d'images faisant appel à la synthèse additive ou à la synthèse soustractive. – Prévoir l'effet d'un ou de plusieurs filtres sur une lumière blanche et une lumière colorée. – Interpréter et prévoir la couleur perçue d'un objet éclairé par un faisceau lumineux coloré.
Images photographiques	
<p>Chambre noire et sténopé. Modèle du rayon lumineux.</p> <p>Objet et image réels.</p> <p>Lentilles minces convergentes. Foyers, distance focale, focométrie. Relation de conjugaison. Grandissement.</p> <p>Notion d'image virtuelle.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Interpréter le principe d'un sténopé ou d'une chambre noire à l'aide du modèle du rayon lumineux. – Exploiter les notions de foyers, distance focale pour caractériser un système optique. – Exploiter les propriétés d'une lentille mince convergente et utiliser le modèle du rayon lumineux pour prévoir graphiquement la position et la taille d'une image. – Citer et exploiter la relation de conjugaison de Descartes et une expression du grandissement pour déterminer la position et la taille d'une image à travers une lentille mince convergente. – Décrire et expliquer la méthode d'autocollimation pour mesurer une distance focale. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réaliser des projections. ▪ Déterminer expérimentalement la condition sur la position d'un objet par rapport au foyer objet d'une lentille convergente pour réaliser une projection. ▪ Concevoir ou mettre en œuvre un protocole pour déterminer la position d'une image, mesurer le grandissement associé et identifier les principales sources d'erreurs sur ces mesures. ▪ Réaliser expérimentalement un faisceau lumineux cylindrique. ▪ Mettre en œuvre la méthode d'autocollimation pour déterminer la distance focale d'une lentille mince. Réaliser une évaluation de type A de l'incertitude-type. ▪ Mettre en œuvre la méthode de Bessel pour déterminer la distance focale d'une lentille mince, le protocole étant fourni. réaliser une évaluation de type A de l'incertitude-type. ▪ Comparer les deux méthodes de mesure. <ul style="list-style-type: none"> – Expliquer pourquoi une image d'un objet réel obtenue par une loupe n'est pas réelle. <p>Capacité expérimentale : Déterminer expérimentalement les conditions sur la position d'un objet par rapport à une lentille convergente pour avoir un effet loupe.</p>

Appareil photographique numérique	
<p>Modèle de l'appareil photographique.</p> <p>Nombre d'ouverture, temps de pose, angle de champ, profondeur de champ. Éclairement.</p> <p>Capteur CCD : sensibilité et résolution.</p> <p>Pixel.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Modéliser un appareil photographique numérique par l'association d'un diaphragme, d'une lentille mince convergente et d'un capteur CCD. – Associer l'éclairement du capteur au nombre d'ouverture et l'énergie reçue au nombre d'ouverture et au temps de pose. – Expliquer la différence entre zoom optique et zoom numérique. – Relier la profondeur de champ à la taille du photorécepteur unitaire. – Exploiter un tracé de rayons lumineux pour expliquer l'effet du nombre d'ouverture sur la profondeur de champ. – Relier l'angle de champ à la distance focale et à la taille du capteur dans le cas d'une visée à l'infini. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesurer un éclairement exprimé en lux. ▪ Mettre en œuvre un protocole mettant en évidence l'effet de l'ouverture du diaphragme et de la focale sur la profondeur de champ. ▪ Mettre en œuvre un protocole pour mesurer un angle de champ et étudier l'influence de la taille du capteur et de la distance focale. <ul style="list-style-type: none"> – Expliquer sommairement le principe des capteurs CCD à partir d'une documentation. – Définir le pixel et estimer ses dimensions dans le cas de l'appareil photo numérique ou de différents écrans vidéo. – Relier la sensibilité à la résolution et à la surface du capteur.
Stockage et transmission d'une image numérique	
<p>Codage RVB.</p> <p>Capacité mémoire.</p> <p>Chaîne de transmission d'informations, débit.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Expliquer le principe du codage en niveaux de gris et en couleurs RVB. – Associer une image numérique à un tableau de nombres. – Évaluer la taille d'une image en octets. – Relier la capacité mémoire nécessaire au stockage d'une image numérisée non compressée à la définition de l'image. – Citer deux formats de fichiers images en précisant leurs principales caractéristiques. <ul style="list-style-type: none"> – Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations. – Caractériser une transmission numérique par son débit binaire. – Comparer différents ordres de grandeurs de débits binaires et prévoir les durées de transmission d'un fichier image. – Citer quelques modes de transmissions possibles entre divers équipements vidéo, leurs avantages et leurs limites.

■ Instrumentation

Les instruments de mesure permettent d'obtenir des résultats chiffrés de plus en plus fiables et précis, validés par les outils de la métrologie. Ils exigent dans leur mise en œuvre une culture scientifique et technologique, constituant une base nécessaire aux activités de laboratoire. Plusieurs situations de réalisation de mesures sont proposées pour permettre aux élèves d'acquérir les connaissances et les capacités attendues ; il ne s'agit pas sur les différentes parties du programme (liste de capteurs, d'appareils de mesure rencontrés dans les différents domaines, etc.) de rechercher l'exhaustivité. L'acquisition de ces connaissances et capacités est indispensable aux élèves pour choisir un appareil de manière pertinente et pour porter un regard critique sur les résultats de mesure obtenus.

Instruments de mesure	
<p>Dans cette première partie, l'objectif est de sensibiliser l'élève aux caractéristiques des instruments de mesure et aux incertitudes associées. Cela leur permet d'effectuer un choix d'appareil ou de matériel en fonction d'un cahier des charges et d'apprendre à les utiliser dans des conditions optimales. Une approche expérimentale à partir d'instruments de mesure simples (gradués ou jaugés) permet de sensibiliser les élèves à la dispersion des mesures et à l'évaluation de type A d'une incertitude-type. Les élèves sont initiés à l'exploitation de la documentation fournie par le constructeur concernant les instruments de mesure utilisés afin de déterminer leurs caractéristiques et leur incertitude-type. Enfin, les élèves mettent en œuvre un exemple de méthode de mesure par étalonnage (spectrophotométrie, spectroscopie, etc.).</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Instruments de mesure.</p> <p>Chaîne de mesure.</p> <p>Mesure par étalonnage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Choisir un instrument de mesure adapté en fonction de ses caractéristiques (résolution, temps de réponse, étendue de mesure) et du cahier des charges. – Exploiter une notice utilisateur pour retrouver les caractéristiques d'un instrument de mesure. – Dans le cas d'une chaîne de mesure, identifier les différents blocs (capteur, conditionneur, convertisseur analogique numérique, calculateur, afficheur) à partir d'une documentation. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Procéder à une évaluation de type A de l'incertitude-type lors de l'utilisation d'un instrument de mesure gradué ou jaugé. ▪ Lors de l'utilisation d'un instrument à affichage numérique, procéder à la détermination d'une incertitude-type à partir de la documentation constructeur. ▪ Estimer l'influence d'un changement de calibre sur l'incertitude-type et choisir le calibre adapté. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tracer et exploiter une courbe d'étalonnage. ▪ Vérifier que le choix de la gamme d'étalonnage est adapté à la mesure réalisée.

Chaîne de mesure

L'objectif de cette partie est d'étudier le principe d'appareils de mesure qui peuvent se modéliser par une chaîne de mesure. L'étude expérimentale des différents blocs de la chaîne de mesure a pour objectif de préciser leur fonction et leur influence sur la qualité de la mesure. À cette occasion, l'impact de la numérisation sur la qualité de la mesure est abordé.

Capteur et conditionneur.

Caractéristique de transfert.

- Identifier les grandeurs d'entrée et de sortie du capteur et du conditionneur.
- Exploiter une caractéristique de transfert d'un capteur, ou d'un ensemble capteur conditionneur.
- Définir et estimer la sensibilité d'un ensemble capteur conditionneur à partir de sa caractéristique de transfert.
- Exploiter la loi des nœuds, la loi des mailles et la loi d'Ohm pour expliquer le principe du conditionneur pour un capteur résistif.

Capacités expérimentales :

- Tracer la caractéristique de transfert d'un capteur.
- Concevoir et réaliser un conditionneur à partir d'un pont diviseur de tension pour un capteur résistif.
- Réaliser un circuit à amplificateur linéaire intégré (ALI) à partir d'un schéma fourni et mesurer le rapport d'amplification. Identifier les limites de fonctionnement dues à la saturation.
- Tracer la caractéristique de transfert d'un ensemble capteur conditionneur.
- Utiliser la caractéristique de transfert d'un ensemble capteur conditionneur pour évaluer la grandeur d'entrée à partir de la mesure de la grandeur de sortie. Évaluer les incertitudes-types associées à chacune de ces grandeurs et les relier à l'aide de la sensibilité.
- Mesurer le temps de réponse de l'ensemble capteur conditionneur.

Convertisseur analogique numérique (CAN).

Quantum, résolution.

- Différencier un signal analogique d'un signal numérique.
- Définir et relier le quantum, la résolution (nombre de bits) et la tension pleine échelle d'un CAN.
- Expliquer l'impact de la conversion sur la qualité de la mesure.

Capacités expérimentales :

- Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de mesurer le quantum et la résolution d'un CAN.
- Utiliser un microcontrôleur pour afficher la valeur de la mesure.
- Adapter les paramètres (valeurs de résistances, facteur d'amplification) d'un conditionneur pour optimiser une mesure.

Utilisation d'une chaîne de mesure en tout ou rien

Dans la partie précédente, les chaînes de mesure sont utilisées comme instruments de mesure. Dans cette partie l'objectif est de travailler sur l'utilisation de la mesure faite ; l'étude, principalement expérimentale, est limitée aux chaînes de mesure utilisées en tout ou rien qui permettent de concevoir un dispositif d'alerte ou qui peuvent être intégrées dans un dispositif de régulation de température.

Le choix est fait de traiter numériquement le signal à la sortie du conditionneur par un microcontrôleur simple ; on attend des élèves qu'ils modifient des valeurs numériques dans le code fourni pour les adapter au problème étudié.

Il est possible de travailler sur un dispositif d'alerte ou de régulation d'une autre grandeur en fonction du matériel disponible dans l'établissement, tout en conservant les mêmes objectifs de formation et les mêmes capacités exigibles.

Chaîne de mesure utilisée en tout ou rien.

- Décrire une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien.
- Identifier différentes applications d'une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien.

Capacités expérimentales et numériques :

- Réaliser une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien à partir d'un capteur, d'un conditionneur et d'un microcontrôleur.
- Tracer expérimentalement la caractéristique de transfert d'une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien.
- Modifier une valeur numérique dans le code source du microcontrôleur pour fixer un seuil de déclenchement.

Régulation de température.

Capacités expérimentales et numériques :

- Utiliser une chaîne de mesure en tout ou rien pour commander le chauffage d'un liquide et maintenir sa température constante.
 - Montrer expérimentalement l'intérêt d'une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien avec hystérésis dans le cas de la régulation de température.
 - Tracer expérimentalement la caractéristique de transfert d'une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien avec hystérésis. Caractériser l'influence des valeurs de seuil.
 - Tracer l'évolution de la température en fonction du temps et caractériser l'influence des paramètres (température de consigne, valeurs de seuil de l'hystérésis, puissance fournie par la résistance chauffante) sur la régulation de température.
- Citer l'influence du choix des valeurs de seuil autour de la température de consigne sur la régulation de température.

■ Ouverture vers le monde de la recherche ou de l'industrie et initiation à la démarche de projet

Il s'agit ici, à travers une démarche de projet, d'amener les élèves à mobiliser et à réinvestir les lois et modèles étudiés dans les deux enseignements de spécialité de physique-chimie et mathématiques et de sciences physiques et chimiques en laboratoire pour analyser des dispositifs expérimentaux, des réalisations technologiques et des applications contemporaines. L'objectif est de développer, dès le lycée, les aptitudes à analyser des situations complexes, à se poser des questions de sciences, à imaginer des réponses pertinentes, à concevoir des expériences et à exploiter les résultats obtenus. Cette forme d'apprentissage permet le développement de l'autonomie de l'élève et du travail en équipe tout en renforçant les compétences liées à la démarche scientifique.

En classe de première, les compétences mises en œuvre dans les différentes phases de la conduite du projet sont développées progressivement en prenant appui sur plusieurs mini-projets ou études de cas. En classe de terminale, un projet d'équipe est conduit par les élèves avec une plus grande autonomie. Les élèves sont amenés à prendre en compte les nécessités environnementales, économiques, technologiques et sociétales. Ils identifient la disponibilité des ressources de l'établissement, complétées éventuellement par des rencontres avec des chercheurs, des industriels, des visites de sites, voire des études de procédés *in situ*. Cette démarche est l'occasion d'une ouverture sur le monde de l'entreprise et des métiers associés.

Accompagner les élèves dans la réalisation de leur projet conduit à identifier les capacités travaillées et ainsi à leur donner des éléments d'autoévaluation. Ceux-ci servent aussi de support pour l'évaluation du projet.

Une phase d'appropriation conduit les élèves à rechercher et à organiser l'information, à cerner le champ d'étude et à le simplifier pour énoncer une problématique, identifier les enjeux d'un cahier des charges proposé ou se fixer pour objectif la réalisation d'une production concrète. En fonction de l'évolution du projet, cette phase peut être réactivée à différents moments.

Pour conduire leur étude, les élèves formulent des hypothèses, proposent une stratégie de résolution, planifient les phases du projet et organisent leur travail qui s'appuie nécessairement sur une phase expérimentale.

La phase de réalisation du protocole expérimental est une étape importante : elle conduit l'élève à mettre en œuvre les procédures retenues en respectant les conditions de sécurité adaptées mais aussi à analyser avec esprit critique les résultats obtenus.

La rédaction d'une note concise permet à chaque élève d'analyser la démarche engagée et de confronter les résultats obtenus aux objectifs initiaux.

La présentation orale conduit les élèves à exposer leurs travaux, à argumenter et à justifier leurs choix lors d'échanges avec les autres élèves.

Les éléments présentés ci-dessus ne constituent pas un canevas qui s'appliquerait de manière systématique, en particulier en classe de première pendant laquelle les élèves travaillent sur plusieurs études de cas ou mini-projets. Pour assurer la progressivité de la formation, chaque situation proposée aux élèves permet de travailler un nombre limité de capacités bien identifiées pour former à la démarche de projet.