

Filière STL-SPCL

Enseignement de Chimie-Biochimie-Sciences du Vivant - partie chimie

Repères pour la formation

Les repères pour la formation relatifs à la **partie chimie** du programme de Chimie-Biochimie-Sciences du Vivant, élaborés à l'issue de quelques années de mise en pratique, visent deux objectifs :

- clarifier certaines capacités ;
- proposer ponctuellement un exemple de démarche pédagogique possible sans empiéter sur la liberté pédagogique de l'enseignant.

Ces deux objectifs se déclinent dans une première partie introductive qui vient en appui du préambule du programme et dans une troisième colonne adossée aux deux colonnes du programme, qui vient éclairer certains points à aborder en première et en terminale.

Ces repères ne sont donc ni un document prescriptif, ni un substitut aux programmes en vigueur.

Le préambule du programme officiel indique que l'enseignement de Chimie-Biochimie-Sciences du Vivant a pour objectif de permettre aux élèves d'acquérir une culture générale dans ces trois champs disciplinaires qui se mêlent, s'enrichissent des apports de chacun, se questionnent et se répondent. Il s'agit d'un enseignement intégré qui permet d'installer une culture commune fondée sur une approche transdisciplinaire en ce qui concerne les systèmes vivants aux différentes échelles. Cet enseignement doit permettre d'apporter les notions et les concepts relatifs à chaque discipline au moment opportun. Il ne s'agit pas d'une juxtaposition interdisciplinaire mais bien de faire ressortir les connexions entre les trois champs d'étude de savoirs et de connaissances par le passage continu d'une discipline à l'autre. Dans cet esprit, l'enseignement de CBSV gagne à être partagé entre professeurs aux expertises disciplinaires différentes et complémentaires.

Les activités pédagogiques mises en œuvre doivent permettre de mobiliser les compétences de la démarche scientifique (s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer). Elles doivent privilégier comme point de départ, des activités expérimentales ou des analyses documentaires authentiques, avec un souci de favoriser l'acquisition de l'autonomie et la prise d'initiatives. Les problématiques exposées doivent trouver leurs réponses dans les différents modules du programme et conduire les élèves à bâtir des constructions conceptuelles à partir de situations concrètes et contextualisées. Si les approches pédagogiques sont nécessairement variées, les supports documentaires doivent l'être tout autant : textes, images, graphiques, schémas, vidéos, animations. Les logiciels de modélisation moléculaire doivent aussi être mis à profit.

Une proposition d'articulation avec l'enseignement Chimie et Développement Durable en STL - SPCL

Chimie-Biochimie-Sciences du Vivant	Chimie et Développement Durable
Classe de première	
Thème 1-5 : solubilité, électronégativité, eau solvant	Extractions et purifications Préparation de solutions CCM et chromatographie sur colonne
Thème 1-5 : pH, pKa, solutions tampons	Acides et bases usuels Réactions acide-base Dosages par titrage suivis par pH-métrie, conductimétrie
Thème 1-5 : aldéhydes, cétones, acides carboxyliques, amines, acides gras et oses	Réactivités des alcools, des aldéhydes et cétones, des acides carboxyliques et dérivés Réactions d'addition, d'élimination, de substitution, d'oxydation, de réduction
Thème 2-2 : vitesse de réaction et paramètres, hydrolyse par voie enzymatique	Hydrolyse (estérification), facteurs cinétiques, énergie d'activation, catalyse homogène et hétérogène
Classe de terminale	
Thème 2-5 : transformation chimique, état d'équilibre et déplacement, enthalpie libre standard de réaction	Transformation spontanée et évolution d'un système vers un état d'équilibre. Rendement de synthèse et paramètres d'évolution du rendement. Synthèses inorganiques industrielles : aspects thermodynamiques Réaction de formation de complexe Séparation et purification : solution saturée et notion de solubilité, paramètres influençant la solubilité
Thème 2-5 : réactions d'oxydo-réduction, potentiels d'oxydo-réduction	Capteurs électrochimiques : électrode, classement des oxydants et des réducteurs, sens spontané d'évolution d'un système siège d'une réaction d'oxydo-réduction, électrode spécifique, analyse.
Thème 5-4 : épuration des eaux usées. Agents de dépollution et de production	Solution, stockage, recyclage

Thème 1 - Les systèmes vivants présentent une organisation particulière de la matière (première)		
Connaissances	Capacités	Repères pour la formation
1.2. Les organismes vivants peuvent être explorés par des techniques adaptées à chaque échelle		
<p>L'imagerie médicale utilise différents signaux pour explorer le corps humain.</p> <p>Les structures anatomiques observables par imagerie médicale sont les os, les tissus mous et les cavités.</p> <p>Les signaux, rayons X et ultrasons, interagissent avec les structures anatomiques : transmission, absorption, réflexion.</p>	<p>Observer des clichés de radiographie aux rayons X et d'échographie pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - annoter un schéma simplifié du principe de la technique d'imagerie ; - mettre en relation la nature du signal et ses interactions avec la structure anatomique explorée. 	<p>Pour traiter cette partie du programme, les compétences acquises en classe de seconde dans le thème « santé » et dans la partie du programme STI2D – STL « santé » pourront être réinvesties avec profit.</p>
1.5. Les molécules des organismes vivants présentent des structures et des propriétés spécifiques		
<p>L'eau constitue l'environnement des systèmes biologiques.</p> <p>La solubilité des espèces chimiques dans l'eau dépend de leur squelette, de leur(s) groupe(s) caractéristique(s) et de leur charge.</p> <p>L'eau est un solvant polaire, dissociant et formant des interactions hydrogène.</p>	<p>Mettre en œuvre des activités expérimentales et exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - justifier à l'aide d'une échelle d'électronégativité le caractère polaire d'une liaison et de la molécule d'eau ; - différencier les interactions intermoléculaires : interactions électrostatiques, interactions hydrogène ; - tester et interpréter la solubilité ou non d'une espèce chimique dans l'eau ; - définir les termes : hydrophile, hydrophobe, lipophile, lipophobe, amphiphile ; - prévoir qualitativement la solubilité ou non d'une espèce simple dans l'eau. 	<p>On attend de l'élève qu'il caractérise la molécule d'eau comme une molécule polaire qui peut former des liaisons hydrogène.</p> <p>L'élève doit être capable de prévoir si une entité chimique est polaire, à partir des électronégativités des différents atomes la constituant et de la géométrie de l'entité chimique. La notion de moment dipolaire sera abordée dans l'enseignement supérieur, on attend néanmoins que les élèves identifient les charges partielles sur les atomes engagés dans des liaisons polaires.</p> <p>Pour une entité chimique donnée, l'élève doit savoir identifier si elle peut former ou non une (ou des) liaison(s) hydrogène avec une (ou des) molécule(s) d'eau.</p> <p>L'élève interprète la solubilité dans l'eau d'une espèce chimique organique en analysant sa structure et la nature des interactions intermoléculaires mises en jeu.</p> <p>Les termes hydrophile, hydrophobe, lipophile, lipophobe et amphiphile doivent être connus et mobilisables pour argumenter.</p>

<p>Le caractère amphiphile de certaines molécules est à l'origine de la structure en double couche des membranes biologiques.</p>	<p>Analyser la structure de quelques phosphoglycérides pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - repérer la chaîne carbonée hydrophobe et la partie hydrophile ; - interpréter les associations de phospholipides en micelles et en bicouches ; - schématiser un liposome. 	<p>L'élève n'a pas à connaître la structure des phosphoglycérides. Mais il doit être capable, pour une structure donnée de phosphoglycéride, d'analyser cette structure en terme de nature du squelette carboné, groupes caractéristiques présents, polarité des liaisons, charges, pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en identifier les parties hydrophile et hydrophobe, - expliquer et schématiser l'association de phospholipide en micelle et en bicouche
<p>Les molécules biologiques comportent certains groupes caractéristiques présentant des propriétés acides ou basiques.</p> <p>En fonction du pH du milieu et du pK_A du couple, une espèce d'un couple acide/base prédomine.</p> <p>Des groupes caractéristiques chargés apparaissent ou disparaissent en fonction du pH.</p> <p>Les milieux biologiques sont des milieux tamponnés.</p>	<p>Mettre en œuvre des activités expérimentales et exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - reconnaître l'acide ou la base dans un couple acide/base conjugué ; - écrire quelques couples acide/base usuels relatifs à l'acide éthanoïque, l'acide carbonique, l'acide phosphorique, l'ion ammonium et ceux relatifs à l'eau ; - écrire l'équation d'une réaction acide-base à partir des deux couples acide/base mis en jeu - utiliser la relation $pH = -\log [H_3O^+]$; - mesurer le pH d'une solution ou d'un milieu d'intérêt biologique à l'aide d'un pH mètre ; - effectuer une analyse spectrophotométrique pour illustrer expérimentalement la prédominance de la forme acide ou basique d'un indicateur coloré en fonction du pH ; - identifier l'espèce prédominante d'un couple acide/base en fonction du pH du milieu et du pK_A du couple ; - préparer un mélange tampon ; - mettre en évidence expérimentalement l'effet tampon et ses limites. 	<p>L'élève doit savoir reconnaître un acide ou une base, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - à partir de données expérimentales (mesures de pH) ; - par comparaison des structures de l'acide et de la base d'un couple ; - à partir d'une équation de réaction mettant en œuvre un échange de proton. <p>A partir de la structure d'une molécule biologique, l'élève doit savoir identifier le site acide ou basique au sens de Bronsted.</p> <p>L'élève est capable de prévoir et d'écrire la réaction acide-base entre un acide et une base à partir de la donnée des couples acide – base et des pK_A associés.</p> <p>La relation $pH = -\log [H_3O^+]$ est à connaître</p> <p>L'élève doit savoir établir le diagramme de prédominance des espèces acido-basiques à partir de la donnée du pK_A et s'en servir pour déterminer l'espèce prédominante en fonction du pH.</p> <p>L'élève sait qu'il est possible de modifier un groupe caractéristique et donc son état de charge en faisant varier le pH et il fait le lien avec la solubilité.</p> <p>La notion de point isobestique n'est pas au programme.</p> <p>Les propriétés des mélanges tampons doivent être connues.</p> <p>L'élève doit savoir identifier un mélange tampon à partir d'informations sur sa composition, ou par voie expérimentale.</p>

<p>Les organismes vivants sont essentiellement constitués d'atomes de C, H, O, N, P et S.</p> <p>Ces atomes sont reliés entre eux par des liaisons covalentes pour constituer des biomolécules : lipides, protéines, acides nucléiques et polysides.</p> <p>Les oses sont des polyalcools pourvus d'une fonction aldéhyde ou d'une fonction cétone.</p> <p>Les acides aminés comportent une fonction acide carboxylique et une fonction amine.</p> <p>Les acides gras comportent une longue chaîne carbonée et une fonction acide carboxylique.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires, pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - comparer la composition élémentaire de la croûte terrestre et celles des organismes vivants ; - localiser dans la classification périodique les atomes susceptibles de former des molécules ; - identifier les groupes caractéristiques des fonctions suivantes : alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, amine, amide ; - représenter la structure générique d'un aldohexose, d'un acide aminé et d'un acide gras. <p>Utiliser les règles du duet et de l'octet pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - déterminer le nombre de liaisons covalentes que peut établir un atome avec les atomes voisins ; - interpréter la représentation de Lewis de quelques molécules et entités ioniques présentant différents types de doublets. 	<p>L'élève connaît, identifie et représente les structures génériques des acides α-aminés, des aldohexoses, des acides gras.</p> <p>L'élève doit savoir analyser en termes de squelette carboné, de groupes caractéristiques et de polarité de liaison, les oses, acides aminés et acides gras.</p> <p>L'élève met en relation cette partie avec l'étude des molécules du module 'chimie et développement durable' en particulier pour l'étude des représentations de Lewis des espèces chimiques.</p> <p>Les règles de l'octet et du duet ont déjà été introduites en classe de seconde et appliquées à quelques molécules simples.</p> <p>Les formes mésomères seront abordées dans l'enseignement supérieur.</p>
<p>Certaines molécules carbonées présentent des configurations particulières dues à la présence d'atome(s) de carbone asymétrique(s).</p> <p>Les oses des systèmes biologiques sont majoritairement des molécules de la série « D ».</p> <p>Les acides aminés des systèmes biologiques sont majoritairement des molécules de la série « L ».</p> <p>Certaines molécules carbonées présentent des configurations particulières dues à la présence de double(s) liaison(s).</p>	<p>Exploiter des formules semi-développées ou des modèles moléculaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - représenter en perspective de Cram le méthane et le glycéraldéhyde ; - représenter les deux énantiomères du glycéraldéhyde ; - identifier les atomes de carbone asymétriques d'un ose et d'un acide aminé ; - écrire la molécule du D-glucose en représentation de Fischer ; - écrire les deux anomères du D-glucopyranose en représentation de Haworth ; - identifier les groupes caractéristiques et les atomes de carbone asymétriques dans une représentation de Haworth et de Fischer ; - représenter la double liaison C=C d'une molécule ; - identifier des stéréo-isomères Z et E liés à la présence d'une double liaison C=C. 	<p>Il est attendu qu'un élève sache passer d'une représentation à une autre : formule topologique, formule semi-développée, formule développée, représentation de Cram, représentation de Haworth pour les molécules cycliques.</p> <p>Les règles pour établir une représentation de Fischer seront connues et appliquées à une molécule dont la structure et/ou la série sera précisée.</p> <p>L'élève doit pouvoir identifier, sur une structure donnée, les atomes de carbone asymétriques et la présence de doubles liaisons impliquant une diastéréoisomérie Z/E.</p> <p>Les descripteurs stéréoscopiques R et S seront abordés dans l'enseignement supérieur.</p>

<p>Une molécule adopte de manière préférentielle la conformation la plus stable, permise par la libre rotation autour des simples liaisons carbone-carbone.</p>	<p>Construire des modèles moléculaires et utiliser les outils numériques de modélisation moléculaire pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - représenter la conformation la plus stable de l'éthane, du butane et d'un acide gras à longue chaîne ; - représenter la conformation la plus stable appelée "conformation chaise", du β D-glucopyranose. 	<p>L'élève est capable d'identifier la ou les conformation(s) la ou les plus stable(s) en utilisant un logiciel de modélisation moléculaire pour visualiser les différentes conformations d'une molécule et les énergies associées.</p> <p>L'élève sait identifier et représenter la conformation chaise la plus stable pour une molécule cyclique à six atomes appartenant par exemple à la famille des sucres à partir d'un modèle moléculaire, de documents ou d'un logiciel de simulation, permettant de visualiser les différentes conformations et les énergies associées.</p> <p>L'élève distinguera les liaisons axiales des liaisons équatoriales, sans que ces deux termes ne soient exigibles.</p>
<p>La séquence d'acides aminés, à l'origine de la structure primaire, conditionne le repliement des protéines dans l'espace.</p> <p>Le repliement dans l'espace constitue la structure tridimensionnelle ou structure native de la protéine.</p> <p>Ce repliement est stabilisé par des interactions non covalentes (électrostatiques, hydrogène) et des ponts disulfure qui conditionnent les structures secondaires, tertiaire et quaternaire.</p> <p>La structure quaternaire provient d'interactions entre chaînes polypeptidiques.</p> <p>Les structures tridimensionnelles des protéines permettent la reconnaissance spécifique protéine-ligand : enzyme-substrat, antigène-anticorps, récepteur-hormone.</p>	<p>Placer sur une échelle d'énergies de « liaisons » les énergies des interactions faibles et les énergies des liaisons covalentes.</p> <p>Utiliser des banques de données numériques et/ou des logiciels de modélisation moléculaire de protéines et expérimenter pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - retrouver la séquence d'acides aminés à partir de la formule semi-développée d'un oligopeptide ; - mettre en relation les propriétés géométriques de la liaison peptidique et ses contraintes aux structures primaire et secondaire ; - relier, sur un exemple, les propriétés des chaînes latérales des acides aminés à la structure tridimensionnelle ; - mettre en évidence le rôle des conditions physico-chimiques dans le maintien du repliement des protéines (pH, température, force ionique) ; - rendre compte à partir d'un exemple de la relation existant entre séquence, conformation et activité des protéines ; - mettre en évidence la spécificité et l'affinité dans l'interaction protéine-ligand. 	<p>L'élève doit pouvoir comparer les ordres de grandeur énergétiques des liaisons covalentes et des interactions faibles. L'élève doit pouvoir expliquer les différentes structures des protéines (secondaire, tertiaire et quaternaire) à l'aide de la libre rotation autour des liaisons simples, des différentes interactions mises en œuvre, des groupes caractéristiques portés par la chaîne polypeptidique et des conditions de pH.</p> <p>L'élève est capable de retrouver l'enchaînement des acides α-aminés à partir de la formule d'un polypeptide.</p> <p>A partir de documents fournis, l'élève est capable d'expliquer l'interaction entre une entité neutre ou chargée (ligand, substrat, antigène, hormone) et un site spécifique associé à une protéine, un enzyme, un anticorps, un récepteur. Il peut comparer des différences d'affinité entre entités et sites en fonction de données structurales.</p>

Thème 2 - Les systèmes vivants échangent de la matière et de l'énergie (première)

Le maintien de l'identité biologique des systèmes vivants nécessite qu'ils entretiennent avec le milieu les échanges indispensables à la couverture de leurs besoins en nutriments et énergie. Ces échanges sont assurés de façon différente suivant le degré de complexité de ces systèmes.

Connaissances	Capacités	Repères pour la formation
2.1. L'alimentation humaine doit être diversifiée pour apporter les différents nutriments		
<p>L'alimentation apporte les nutriments nécessaires à un bon fonctionnement de l'organisme.</p> <p>Une ration alimentaire équilibrée couvre l'ensemble des besoins de l'organisme.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • identifier et caractériser les différents groupes d'aliments et de molécules (protides, lipides, glucides) • identifier et caractériser les groupes de nutriments • évaluer les besoins énergétiques et l'indice de masse corporelle • mettre en relation les besoins de l'individu avec sa ration alimentaire (sur les plans qualitatif et quantitatif) • mettre en relation déséquilibre de la ration et troubles alimentaires : anorexie, obésité, carences 	<p>Il s'agit pour l'élève de reconnaître les molécules appartenant aux trois groupes d'aliments à partir de leur structure chimique et de leurs groupes caractéristiques. Pour chaque groupe d'aliments, une définition adaptée au préalable à sa caractérisation chimique sera nécessaire. L'élève saura donc :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier et caractériser un dipeptide et une protéine par la présence de sa ou ses liaisons peptidiques ; - identifier et caractériser un acide gras et un triglycéride par son ou ses groupements carboxyles (notamment pour les acides carboxyliques, les esters et les phospholipides) et la longueur de sa ou ses chaînes carbonées ; - identifier et caractériser un glucide par la présence d'un groupement carbonyle et de plusieurs groupements hydroxyle. La substitution de ces groupements hydroxyles par des groupements amino ou thiol sera abordée dans l'enseignement supérieur. <p>Une attention particulière est à porter aux thèmes récurrents : la plupart des molécules caractéristiques des groupes d'aliments étudiés dans cette partie l'a déjà été dans le paragraphe 1.5 du thème 1 : <i>Les molécules des organismes vivants présentent des structures et des propriétés spécifiques</i></p>
2.2. Chez l'Homme, les aliments sont d'abord digérés, puis les nutriments sont absorbés et distribués par le milieu intérieur		
<p>Les aliments sont des produits complexes.</p> <p>Les organes de l'appareil digestif permettent la transformation des aliments en nutriments par une succession de réactions de dégradation.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires, une dissection, mettre en œuvre une démarche scientifique pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • identifier les organes de l'appareil digestif, • caractériser les phénomènes mécaniques, chimiques, enzymatiques et microbiologiques qui participent à la digestion des aliments, • schématiser le devenir des glucides, des lipides, des protides dans le tube digestif. 	<p>On se limitera, dans le processus de la digestion, à la transformation chimique des protéines en acides aminés, des triglycérides en acide gras et des glucides en glucose. Les mécanismes réactionnels sont hors programme.</p> <p>L'élève saura corréler la structure chimique des différents groupes d'aliments, leur dégradation enzymatique au cours de la digestion, la nature des produits de dégradation et leur absorption dans le tube digestif (les notions d'hydrophilie et d'hydrophobie seront ici réinvesties).</p>
Les réactions intervenant lors de la	Exploiter des ressources documentaires, ou une	On attend de l'élève qu'il sache écrire les équations de réaction

<p>digestion des macromolécules sont des réactions d'hydrolyse.</p> <p>La vitesse des réactions chimiques et biochimiques dépend de différents paramètres ; elle traduit la vitesse de disparition d'un réactif ou d'apparition d'un produit.</p> <p>Elle est liée, au niveau moléculaire, à la fréquence des chocs efficaces entre les entités chimiques.</p> <p>Les triglycérides, esters d'acides gras et de glycérol peuvent être hydrolysés par voie chimique ou par voie enzymatique.</p>	<p>activité expérimentale pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • comparer des vitesses de réactions dans différentes conditions de température et de concentrations • mettre en évidence la notion de catalyse chimique • mettre qualitativement en évidence la notion de catalyse enzymatique <p>Identifier les groupes caractéristiques des espèces chimiques impliquées dans la réaction d'hydrolyse d'un triglycéride.</p>	<p>d'hydrolyse des protéines en acides aminés, des triglycérides en acides gras et des glucides en glucose.</p> <p>La notion de choc efficace sera développée brièvement ; elle sera approfondie dans l'enseignement supérieur. L'élève sait relier cette notion à l'agitation des molécules due à leur énergie cinétique. L'élève sait que la vitesse d'une réaction est proportionnelle à la fréquence des chocs efficaces donc à la température et aux concentrations.</p> <p>L'hydrolyse par voie chimique des triglycérides sera limitée au cas de la catalyse acide.</p>
<p>Les produits de la digestion sont absorbés au niveau de la muqueuse intestinale et distribués par le milieu intérieur circulant. L'absorption des oses nécessite des structures membranaires spécifiques qui permettent un transport actif du glucose. Le transport des lipides nécessite l'association à des protéines dans les lipoprotéines</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • mettre en relation la structure de l'épithélium intestinal avec sa fonction d'absorption • expliquer les modalités de l'absorption du glucose • mettre en relation la polarité des molécules avec les modalités de leur distribution dans le milieu intérieur. 	<p>L'élève pourra exprimer le lien qui existe entre la distribution des molécules dans le milieu intérieur et leur structure. Pour cela il est attendu que les élèves analysent ces molécules en termes de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - polarité des différentes liaisons, - caractère hydrophile ou hydrophobe de certains groupes et chaînes carbonées, - interactions faibles.

Thème 2 - Les systèmes vivants échangent de la matière et de l'énergie (terminale)		
Connaissances	Capacités	Repères pour la formation
2.5 Les systèmes vivants assurent leur activité et maintiennent leur intégrité en utilisant des voies métaboliques variées		
<p>Une voie métabolique est une suite de transformations chimiques catalysées par des enzymes.</p> <p>Lors d'une transformation chimique en solution, un système fermé évolue vers un état d'équilibre chimique.</p> <p>Cet état d'équilibre dépend de l'état initial et de la constante d'équilibre $K(T)$, caractéristique de la réaction.</p> <p>Une réaction est favorisée quand la constante d'équilibre $K(T)$ est élevée, c'est à dire quand l'enthalpie libre standard de réaction $\Delta_rG^0(T)$ est négative.</p> <p>Le déplacement de l'état d'équilibre d'un système peut être provoqué en faisant varier les conditions opératoires : température, excès d'un réactif ou élimination d'un produit.</p>	<p>Mettre en œuvre des activités expérimentales et exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> reconnaître le type de système étudié : isolé, fermé, ouvert, stationnaire déterminer l'état final d'un système, dans le cas d'une réaction acide-base ou d'une réaction d'estérification-hydrolyse exprimer le quotient réactionnel Q_r et le comparer à la constante d'équilibre $K(T)$, par exemple K_A pour la réaction de dissociation d'un acide dans l'eau mettre en relation l'état final avec le caractère total ou limité d'une transformation identifier les facteurs d'influence d'un état d'équilibre proposer un protocole pour déplacer un état d'équilibre. 	<p>L'élève établira l'état final d'un système à partir de résultats expérimentaux obtenus lors d'une activité expérimentale ou issus d'un document.</p> <p>La détermination de l'état final d'un système à partir des quantités de matières initiales et de la constante d'équilibre $K(T)$ sera abordée dans l'enseignement supérieur.</p> <p>Les grandeurs thermodynamiques sont utilisées comme des données qui permettent d'extraire des informations sur l'état d'un système (équilibre ou évolution) et donc sur le fait qu'une transformation puisse être thermodynamiquement possible ou non ; les principes thermodynamiques sous-jacents à ces grandeurs ne sont pas exigibles et ne doivent pas être développés en classe.</p> <p>Pour l'écriture des quotients réactionnels et des constantes d'équilibre, on se limitera à des réactions en solution où les activités des solutés seront assimilées aux concentrations (la concentration standard de référence $C^\circ = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ pourra être évoquée pour assurer le fait que Q_r et $K(T)$ sont des grandeurs sans dimension, mais son écriture dans les expressions littérales à tout instant pour Q_r et à l'équilibre pour $K(T)$ n'est pas exigible)</p> <p>L'élève détermine le caractère favorisé ou non d'une transformation à partir du signe de l'enthalpie libre standard de réaction Δ_rG^0 ou de la comparaison de la constante d'équilibre $K(T)$ avec la valeur 1.</p> <p>L'élève détermine le caractère possible ou non d'une transformation à partir de la comparaison des valeurs de quotient et constante fournies.</p> <p>L'élève sait déterminer le sens d'évolution d'un système à partir de la comparaison des valeurs de quotient et constante fournies.</p> <p>La loi d'action de masses, l'enthalpie standard de réaction, les lois de Van't Hoff et de modération sont hors-programme.</p>
Un organisme vivant est un système	Analyser des exemples de réactions	L'élève sait identifier une réaction endergonique comme

<p>ouvert qui échange de la matière et de l'énergie avec l'extérieur.</p> <p>Les transformations chimiques dans l'organisme humain se déroulent à une température et un pH maintenus constants.</p> <p>Une transformation chimique est favorisée à pH = 7,0 et à 37°C quand l'enthalpie libre standard de réaction ΔrG^{0i} est négative.</p> <p>Dans la cellule, la réaction d'hydrolyse de l'ATP en ADP est caractérisée par une enthalpie libre de réaction $\Delta rG^{0i} = - 30 \text{ kJ.mol}^{-1}$</p> <p>Certaines transformations chimiques sont favorisées par le couplage de réactions exergoniques ($\Delta rG^{0i} < 0$) et avec des réactions endergoniques ($\Delta rG^{0i} > 0$).</p>	<p>biochimiques pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> déterminer l'enthalpie libre d'une transformation obtenue par couplage à partir des enthalpies libres de réaction ΔrG^{0i} mises en jeu positionner le ΔrG^{0i} de l'hydrolyse de l'ATP en ADP sur une échelle des ΔrG^{0i} des réactions intracellulaires représenter sur la structure de l'ATP la liaison mise en jeu dans l'hydrolyse exergonique de l'ATP en ADP expliquer le rôle l'ATP et de l'ADP comme intermédiaires énergétiques. 	<p>nécessitant un couplage avec une ou des réactions exergoniques pour donner lieu à une transformation favorisée dans des conditions de pH et température données.</p> <p>La valeur de $\Delta rG^{0i} = - 30 \text{ kJ.mol}^{-1}$ pour la réaction d'hydrolyse de l'ATP en ADP doit être connue ainsi que les conditions physiologiques de température et de pH associées.</p> <p>L'élève est capable de repérer la liaison mise en jeu dans l'hydrolyse exergonique de l'ATP en ADP. La représentation de la structure de l'ATP n'est pas exigible.</p>
<p>Certaines réactions chimiques intervenant au cours du métabolisme sont des réactions d'oxydoréduction</p> <p>Un couple oxydant-réducteur est caractérisé par un potentiel standard E° à pH=0 et 25°C et par un potentiel standard E° à pH 7,0 et 37°C.</p> <p>Les réactions d'oxydoréduction sont d'autant plus exergoniques que la valeur ΔE° de la différence de potentiel standard des deux couples réagissant est grande.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour</p> <ul style="list-style-type: none"> identifier l'oxydant et le réducteur d'un couple redox écrire une demi-équation d'oxydo-réduction, en particulier les demi-équations des couples NAD^+/NADH, H^+, FAD/FADH_2 positionner sur une échelle de potentiels redox standards des couples intervenant dans le métabolisme énergétique : $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$, cytochromes ox/red, coenzymes ox/red. positionner sur une échelle relative de niveau d'oxydation des groupes caractéristiques qui interviennent dans les voies métaboliques : alcools, aldéhydes, cétones, acides, dioxyde de carbone. 	<p>Dans les ressources documentaires, les couples oxydant-réducteur seront écrits en mettant en premier l'oxydant du couple.</p> <p>L'élève identifie les oxydants et les réducteurs présents dans le milieu et prévoit la réaction entre le meilleur oxydant et le meilleur réducteur à partir des données fournies.</p> <p>Aucune valeur de potentiels standard ou de potentiels standard apparent n'est exigible.</p>
<p>Dans la cellule, les réactions d'oxydation</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p>	<p>Aucun autre couplage que les couplages osmo-chimique et</p>

<p>des substrats conduisent à la synthèse d'ATP</p> <p>La réaction endergonique de phosphorylation de l'ADP en ATP nécessite un couplage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - soit avec une transformation chimique comportant une oxydoréduction (couplage chimio-chimique) - soit avec un transport de protons dans le sens du gradient de concentration transmembranaire (couplage osmo-chimique). 	<ul style="list-style-type: none"> • identifier la nature du couplage énergétique mis en jeu lors d'une synthèse d'ATP • schématiser une synthèse d'ATP par couplage osmo-chimique. 	<p>chimio-chimique ne sera étudié.</p> <p>Dans la schématisation du couplage osmo-chimique, les structures de l'ATP et de l'ADP ne sont pas exigibles</p>
<p>2.6. Les voies métaboliques des systèmes vivants sont exploitées dans les bio-industries</p>		
<p>Les transformations biologiques mises en œuvre dans les systèmes vivants sont exploitées dans les bio-industries pour la fabrication de nombreux produits.</p>	<p>Exploiter des ressources documentaires pour</p> <ul style="list-style-type: none"> • identifier les produits issus d'une fermentation éthanolique ou lactique • établir l'équation chimique globale de la transformation du glucose • expliquer l'intérêt industriel des fermentations par la notion de taux de conversion. 	<p>Les formules des molécules mises en jeu dans les processus naturels de transformation et les procédés industriels des bioindustries ne sont pas exigibles. L'élève doit, en revanche, être capable de les identifier dans les ressources documentaires qui lui sont fournies.</p> <p>Le caractère aérobie ou anaérobie d'une transformation est à reconnaître.</p> <p>Les catalyses enzymatiques de ces transformations seront à rapprocher du cours de cinétique du tronc commun STI2D – STL.</p>

Thème 5 - Des systèmes vivants existent à grande échelle : écosystèmes et biosphère (terminale)		
Connaissances	Capacités	Repères pour la formation
5.3. La biosphère est une interface entre différentes enveloppes terrestres		
En échangeant matière et énergie avec l'atmosphère, l'hydrosphère et la lithosphère, la biosphère participe aux cycles de divers éléments	Exploiter des ressources documentaires pour : <ul style="list-style-type: none"> • relier la complémentarité des métabolismes (auto, hétérotrophie) et la cellulolyse au recyclage de l'élément C • relier la production de nitrites, de la fixation biologique du diazote au recyclage de l'élément N • construire des cycles simples du carbone et de l'azote à l'échelle de la biosphère 	L'étude des cycles peut être l'occasion de réinvestir les notions d'oxydo-réduction et de catalyse.
5.4. Les organismes vivants sont utilisés par l'Homme comme agents de dépollution et de production		
L'Homme exploite les voies métaboliques particulières d'organismes vivants dans certains procédés industriels , comme par exemple : <ul style="list-style-type: none"> • épuration des eaux usées • production de carburants : <ul style="list-style-type: none"> - esters issus d'huiles végétales (Diester ou EMHV), - alcools (éthanol) issus de la fermentation de l'amidon ou autres glucides, - lipides issus des algues, - gazéification des déchets 	Exploiter des ressources documentaires, une activité expérimentale, une étude de terrain pour, <ul style="list-style-type: none"> • dans les procédés épuration des eaux usées, <ul style="list-style-type: none"> - identifier les étapes mettant en œuvre des organismes vivants et préciser leur rôle • dans la production de carburants, <ul style="list-style-type: none"> - identifier les différentes générations de carburants et les procédés mettant en œuvre des organismes vivants pour les élaborer - comparer les coûts, énergétique et économique, et les capacités de production de pétrole et de carburants « synthétiques » - comparer les pouvoirs calorifiques ou les enthalpies de réaction de combustion des différents carburants - analyser les critères de choix de production en fonction de leurs avantages et de leurs inconvénients en termes environnemental et sociétal - appréhender les aspects éthiques soulevés par la production de la biomasse végétale pour les biocarburants 	A travers des ressources multiples autour de procédés industriels, cette partie doit donner l'occasion à l'élève de réinvestir les notions de thermodynamique et de cinétique précédemment étudiées. <p>Cette partie pourra permettre à l'élève de développer une argumentation scientifique en regard de problématiques sociétales (épuration des eaux, production de carburants issus du végétal, ...)</p> <p>Le détail des étapes des procédés inscrits dans la première colonne n'est pas à connaître. L'élève doit cependant être capable de citer au moins deux procédés industriels faisant intervenir des organismes vivants.</p> <p>On pourra se rapprocher du cours de spécialité SPCL et des notions concernant la chimie douce, la chimie verte, étudiées particulièrement dans le thème : Enjeux sociétaux, économiques et environnementaux.</p>