



ENSEIGNEMENT CATHOLIQUE
SECONDAIRE

Avenue E. Mounier 100 – 1200 BRUXELLES

Programme

Sciences générales

3^e degré

Humanités générales et technologiques
D/2016/7362/3/12

La FESeC remercie l'ensemble des professeurs qui ont travaillé à l'élaboration de ce programme.

Ont travaillé à l'écriture de ce programme :

Philippe Capelle	Pascale Pappleux
Serge Clavier	Pascale Sartiaux
Michèle Cornet	Philippe Schweich
Philippe Godts	Vincent Vastemans
Louis Hannecart	Natalie Vercruyse
Pierre Hautier	

Nous adressons nos vifs remerciements à tous les relecteurs de ce programme, parmi lesquels il faut compter les conseillers pédagogiques en sciences et les membres de la commission du secteur Sciences.

Toute reproduction de cet ouvrage, par quelque procédé que ce soit, est strictement interdite sauf exception dans le cadre de l'enseignement et/ou de la recherche scientifique (articles 21 et suivants de la loi du 30 juin 1994 (modifiée le 22 mai 2005) relative au droit d'auteur et aux droits voisins).

Ainsi, les enseignants sont autorisés à reproduire et à communiquer des *extraits d'œuvres* pour autant que la source soit mentionnée, que les reprographies soient utilisées à des fins pédagogiques et dans un but non lucratif.

Ce document respecte la nouvelle orthographe.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	5
- Faut-il évaluer des compétences en permanence ?	7
- La progressivité dans le parcours de l'élève	8
- La remédiation	8
1. Présentation générale du programme.....	9
Des objectifs clairs.....	9
Une formation structurée en UAA.....	10
Le rôle des enseignants.....	10
2. L'apprentissage en sciences.....	11
2.1. Les développements attendus	11
Connaître (C) : construire et expliciter des ressources	11
Appliquer (A) : mobiliser des acquis dans le traitement de situations entraînées ...	12
Transférer (T) : mobiliser des acquis dans le traitement de situations nouvelles	12
2.2. Des stratégies qui placent l'élève au cœur de l'apprentissage.....	13
3. Considérations complémentaires	15
3.1. L'expérimentation	15
3.2. Les témoignages d'experts et les visites extérieures	16
3.3. Les technologies de l'information et de la communication.....	16
3.4. Le développement durable	17
3.5. La santé, la sécurité et l'éthique	18
3.6. L'actualité	18
4. Présentation d'une UAA.....	19
5. Biologie.....	23
5.1. Tableau synoptique	23
5.2. La biologie en 5 ^e année	25
UAA5. L'organisme humain se protège.....	27
UAA6. La communication nerveuse	33
UAA7. La procréation humaine.....	39
5.3. La biologie en 6 ^e année	43

UAA8. De la génétique à l'évolution	45
UAA9. Les impacts de l'Homme sur les écosystèmes	51
5.4. Situations d'apprentissage	54
Situation 1. La réaction inflammatoire (UAA5)	54
Situation 2. Les périodes de fécondité de la femme (UAA7)	57
Situation 3. Une maladie génétique : la mucoviscidose (UAA8)	59
6. Chimie	61
6.1. Tableau synoptique	63
6.2. La chimie en 5 ^e année	65
UAA5. Liaisons chimiques et configuration spatiale de la matière	67
UAA8. La molécule en chimie organique	71
Partie I. Structure des molécules organiques	71
UAA6. Caractériser un phénomène chimique	73
UAA7. Les équilibres chimiques	77
UAA8. La molécule en chimie organique	79
Partie II. La réactivité en chimie organique	79
6.3. La chimie en 6 ^e année	83
UAA9. La macromolécule en chimie organique	85
UAA10. Les grandes classes de réactions chimiques	87
6.4. Situations d'apprentissage	94
Situation 1. Comment fonctionne un produit pour lentilles ? (UAA6)	94
Situation 2. La corrosion des métaux (UAA10)	98
7. Physique	103
7.1. Tableau synoptique	104
7.2. La physique en 5 ^e année	105
7.2.1. Cours de physique	105
7.2.2. Activité complémentaire « physique 1 période »	114
7.3. La physique en 6 ^e année	115
7.3.1. Cours de physique	115
7.3.2. Activité complémentaire « physique 1 période »	128
7.4. Situations d'apprentissage	130
Situation 1. Chute d'un objet dans un fluide (UAA5)	130
Situation 2. La brosse à dents électrique (UAA7)	132
Situation 3. Diffraction et interférence (UAA7)	134
Glossaire	137
Annexes	139
Annexe 1. Tableau des savoir-faire et des attitudes	139
Annexe 2. Les caractéristiques d'une tâche	140

INTRODUCTION

Ces dernières années ont vu l'émergence du concept *d'acquis d'apprentissage (AA)* qui met explicitement l'accent sur ce qui est attendu de l'élève. Le décret « Missions » définit les acquis d'apprentissage en termes de *savoirs*, *aptitudes* et *compétences*. Ils représentent ce que l'apprenant sait, comprend et est capable de réaliser au terme d'un processus d'apprentissage.

L'apparition de ce concept a nécessité l'actualisation des référentiels, et donc des *programmes*, qui s'appuient désormais sur des Unités d'Acquis d'Apprentissage (UAA). Celles-ci constituent des ensembles cohérents qui peuvent être évalués ou validés.

Les programmes élaborés par la Fédération de l'Enseignement Secondaire Catholique sont conçus comme une aide aux enseignants pour la mise en œuvre des référentiels. Au-delà du prescrit, ils visent une cohérence entre les différentes disciplines. En outre, ils invitent les enseignants, chaque fois que c'est possible, à mettre l'accent sur l'intégration dans les apprentissages du développement durable, du numérique et de la dimension citoyenne.

Programmes – Référentiels

Lors de son engagement auprès d'un pouvoir organisateur, le professeur signe un contrat d'emploi et les règlements qui y sont liés. En lui confiant des attributions, le directeur l'engage dans une mission pédagogique et éducative dans le respect des projets de l'enseignement secondaire catholique.

Les programmes doivent être perçus comme l'explicitation de la composante pédagogique du contrat. Ils précisent les attitudes et savoirs à mobiliser dans les apprentissages en vue d'acquérir les compétences terminales et savoirs requis définis dans les référentiels. Ils décrivent également des orientations méthodologiques à destination des enseignants. Les programmes s'imposent donc, pour les professeurs de l'enseignement secondaire catholique, comme les documents de référence. C'est notamment sur ceux-ci que se base l'inspection pour évaluer le niveau des études.

Complémentairement, la FESeC produit des outils pédagogiques qui illustrent et proposent des pistes concrètes de mise en œuvre de certains aspects des programmes. Ces outils sont prioritairement destinés aux enseignants. Ils peuvent parfois contenir des documents facilement et directement utilisables avec les élèves. Ces outils sont à considérer comme des compléments non prescriptifs.

DES RÉFÉRENTIELS INTERRÉSEAUX

Dans le dispositif pédagogique, on compte différentes catégories de référentiels de compétences approuvés par le parlement de la Fédération Wallonie-Bruxelles.

Pour l'enseignement de transition, il s'agit des compétences terminales et savoirs requis dans les différentes disciplines.

Ces référentiels de compétences peuvent être téléchargés sur le site : www.enseignement.be.

Programmes – Outils – Évaluation¹

« Plus les évaluateurs seront professionnels de l'évaluation, ... moins il sera nécessaire de dissocier formatif et certificatif. Le véritable conflit n'est pas entre formatif et certificatif, mais entre logique de formation et logique d'exclusion ou de sélection. »

Philippe Perrenoud, 1998

- Faut-il évaluer des compétences en permanence ?

L'évaluation à « valeur formative » permet à l'élève de se situer dans l'apprentissage, de mesurer le progrès accompli, de comprendre la nature des difficultés qu'il rencontre et à l'enseignant d'apprécier l'adéquation des stratégies qu'il a mises en place. Elle fait partie intégrante de l'apprentissage et oriente la remédiation à mettre en place au cours du parcours d'apprentissage dès que cela s'avère nécessaire.

Dans ce cadre, il est utile d'observer si les ressources (savoirs, savoir-faire, attitudes, ...) sont correctement mobilisées. Cela peut se faire d'une manière informelle au moyen d'un dispositif d'évaluation rapide et adapté. Il peut aussi être pertinent d'utiliser des méthodes plus systématiques pour récolter des informations sur les acquis de l'élève, pour autant que ces informations soient effectivement traitées dans le but d'améliorer les apprentissages et non de servir un système de comptabilisation.

La diversité des activités menées lors des apprentissages (activités d'exploration, activités d'apprentissage systématique, activités de structuration, activités d'intégration, ...) permettra d'installer les ressources et d'exercer les compétences visées.

L'erreur est inhérente à tout apprentissage. Elle ne peut donc pas être sanctionnée pendant le processus d'apprentissage.

Programmes de l'enseignement catholique

Conformément à la liberté des méthodes garantie dans le pacte scolaire, la FESec élabore les programmes pour les établissements du réseau. Ces programmes fournissent des indications pour mettre en œuvre les référentiels interréseaux.

- Un programme est un référentiel de situations d'apprentissage, de contenus d'apprentissage, obligatoires ou facultatifs, et d'orientations méthodologiques qu'un pouvoir organisateur définit afin d'atteindre les compétences fixées par le Gouvernement pour une année, un degré ou un cycle (article 5.15° du décret « Missions » 24 juillet 1997).
- La conformité des programmes est examinée par des commissions interréseaux qui remettent des avis au ministre chargé de l'enseignement secondaire. Sur la base de ces avis, le programme est soumis à l'approbation du Gouvernement qui confirme qu'un programme, correctement mis en œuvre, permet d'acquérir les compétences et de maîtriser les savoirs définis dans le référentiel de compétences.
- Les programmes de la FESec sont écrits, sous la houlette du responsable de secteur, par des groupes à tâches composés de professeurs, de conseillers pédagogiques et d'experts.

¹ Référence « Balises pour évaluer ».

Il convient d'organiser des *évaluations à « valeur certificative »* qui s'appuieront sur des tâches ou des situations d'intégration auxquelles l'élève aura été exercé. Elles visent à établir un bilan des acquis d'apprentissages, en lien avec les unités définies par les référentiels. Il s'agit donc essentiellement d'évaluer des compétences, mais la maîtrise des ressources est également à prendre en compte.

Ces bilans sont déterminants pour décider de la réussite dans une option ou une discipline. Les résultats de ceux-ci ne sont cependant pas exclusifs pour se forger une opinion sur les acquis réels des élèves.

- La progressivité dans le parcours de l'élève

Si les compétences définies dans les référentiels et reprises dans les programmes sont à maîtriser, c'est au terme d'un parcours d'apprentissage qui s'étale le plus souvent sur un degré qu'elles doivent l'être. Cela implique que tout au long de l'année et du degré, des phases de remédiation plus formelles permettent à l'élève de combler ses lacunes. Cela suppose aussi que, plus l'élève s'approchera de la fin de son parcours dans l'enseignement secondaire, plus les situations d'intégration deviendront complexes.

- La remédiation

L'enseignant dispose d'informations essentielles sur les difficultés rencontrées par le groupe ou par un élève en particulier par l'attention qu'il porte tout au long des apprentissages, de ses observations, des questions posées en classe, des exercices proposés ou des évaluations à « valeur formative » qu'il met en place.

Il veillera donc à différencier la présentation de la matière, à réexpliquer autrement les notions pour répondre aux différents profils d'élèves et leur permettre de dépasser leurs difficultés. Des moments de remédiation plus structurels seront aussi prévus dans le cadre du cours ou d'heures inscrites à l'horaire. Des exercices d'application à effectuer en autonomie pourront être proposés.

Pour les cours émanant de l'enseignement de transition, les documents de référence sont les suivants :

- *documents émanant de la Fédération Wallonie-Bruxelles ;*
- *documents émanant de la Fédération de l'Enseignement Secondaire Catholique :*
 - *le présent programme qui, respectant fidèlement les UAA, compétences, aptitudes et savoirs repris dans les référentiels, n'ajoute aucun contenu nouveau, mais donne des orientations méthodologiques ;*
 - *des outils d'aide à la mise en œuvre du programme sont téléchargeables sur le site <http://enseignement.catholique.be/segec/index.php?id=946>.*

Manuels scolaires

Nombre d'éditeurs proposent des manuels scolaires aux enseignants. Certains de ces manuels offrent un large éventail de situations pour aborder une même thématique, d'autres développent des thèmes non prévus dans les référentiels. Aussi est-il essentiel de rappeler qu'un manuel ne peut tenir lieu de programme.

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROGRAMME

Des objectifs clairs

Il s'agit tout à la fois, pour des élèves qui s'intéressent aux sciences, d'assurer leur préparation à des études supérieures à caractère scientifique et de développer leur culture scientifique.

Cet enseignement devrait ainsi permettre à chacun :

- d'accéder à des ressources et de sélectionner des informations pertinentes ;
- de développer ses capacités à mener une démarche scientifique ;
- de comprendre des aspects du monde qui nous entoure, qu'ils soient naturels ou résultent des applications des sciences ;
- de percevoir comment fonctionnent les sciences, quels en sont les points forts, quelles en sont les limites ;
- de communiquer des idées et des raisonnements.

Pour atteindre ces objectifs, chaque élève devrait exercer les attitudes et les capacités suivantes.

- La curiosité conduit à s'étonner, à se poser des questions sur les phénomènes qui nous entourent et à y rechercher des réponses.
- L'honnêteté intellectuelle impose, par exemple, de rapporter ce que l'on observe et non ce que l'on pense devoir observer.
- L'équilibre entre ouverture d'esprit et scepticisme suppose, entre autres, d'être ouvert aux idées nouvelles et inhabituelles tout en vérifiant leur caractère plausible.
- Le travail d'équipe permet la confrontation des idées.

Les capacités liées à la pratique scientifique sont transversales et enrichissent la formation humaniste de l'élève. C'est le cas de l'expression orale ou écrite qui nécessite, en sciences, l'utilisation d'un langage précis et aide à structurer ses idées. La découverte des théories et des modèles scientifiques permet d'exercer, quant à elle, l'articulation des concepts entre eux.

Une formation structurée en UAA

En sciences, comme dans les autres disciplines, la présentation est organisée en Unités d'Acquis d'Apprentissage (UAA).

Pour ce 3^e degré, chaque discipline comprend de 4 à 6 Unités d'Acquis d'Apprentissage. Certaines UAA, ouvrant sur des enjeux plus globaux ou sur des thématiques plus récentes, se prêtent particulièrement à une approche interdisciplinaire. L'objectif global est d'apprendre à « agir sur le monde comme un scientifique ».

Chaque UAA fait référence à une ou plusieurs compétences à développer qui sont contextualisées et globalisantes. Les développements attendus, qui éclairent la ou les compétences à développer, intègrent les ressources qui y trouvent là leur sens. Ils décrivent ce qui est attendu de l'élève au terme de l'UAA.

Éléments de planification

Pour chaque discipline, le programme prévoit plusieurs UAA (ou parties d'UAA) par année qu'il est souhaitable de planifier dès le début de l'année. Pour aider à cette planification, chaque UAA (ou chaque partie d'UAA) propose une fourchette horaire. Par discipline, le nombre total de périodes de cours est estimé à environ 50 par année, en dehors du temps consacré à l'évaluation certificative.

En outre, ce programme recommande que les élèves réalisent, dans chaque discipline, plusieurs séances de laboratoire ([voir § 3.1](#)).

Le rôle des enseignants

L'assurance que nos élèves s'orientent davantage dans des carrières scientifiques, enjeu sociétal majeur, se joue dans la qualité de ce cours de sciences générales.

Cette qualité sera d'autant mieux assurée que les élèves se trouvent dans un environnement d'apprentissage convivial et que les activités proposées sont pertinentes.

Un environnement d'apprentissage convivial : l'enseignant élabore des stratégies variées et adaptées aux différents styles d'apprentissage. Grâce à ces stratégies, chaque élève rencontre de multiples occasions de nourrir sa motivation pour les sciences.

Des activités pertinentes : l'enseignant conçoit des activités conduisant à un apprentissage actif établissant des liens avec le connu et le concret. L'élève est alors amené à intégrer de nouveaux concepts par le biais de la recherche, de l'observation, de la réflexion et de l'expérimentation en laboratoire et sur le terrain. Il importe également que les savoirs ne soient pas vus pour eux-mêmes, mais à travers des activités qui ont un sens pour l'élève.

2. L'APPRENTISSAGE EN SCIENCES

2.1. Les développements attendus

Chaque UAA présente des développements attendus sur lesquels l'enseignant va se baser pour construire l'évaluation certificative. Ces développements sont conçus de manière à s'adresser à toutes les formes d'intelligence. L'enseignant veillera à fournir à ses élèves les « coups de pouce » utiles pour leur permettre de mener à bien les activités proposées.

Ces développements sont présentés selon trois dimensions.

- Connaître (C) : construire et expliciter des ressources.
- Appliquer (A) : mobiliser des acquis dans le traitement de situations entraînées.
- Transférer (T) : mobiliser des acquis dans le traitement de situations nouvelles.

Connaître (C) : construire et expliciter des ressources

L'élève explicite un savoir, une notion, un concept quand il est capable, dans un contexte où cette ressource est utilisée,

- de l'illustrer par un exemple, un dessin, un schéma, ...
- d'en donner, avec ses propres mots, une définition qui correspond à l'usage qui en est fait ;
- d'établir et d'énoncer des liens avec d'autres ressources ;
- de l'utiliser de manière pertinente dans une explication, dans une argumentation ;
- d'en exprimer certaines caractéristiques.

Grâce à de telles activités, l'élève se construit une culture scientifique : il s'approprie le langage scientifique et articule des concepts scientifiques entre eux. Il se représente ainsi le monde conformément aux modèles scientifiques.

Appliquer (A) : mobiliser des acquis dans le traitement de situations entraînées

Par savoir-faire, il faut entendre toute procédure qui s'applique de manière automatisée.

Il existe plusieurs types de savoir-faire :

- des savoir-faire liés à la langue (décrire, expliquer, justifier, ...)² ;
- des savoir-faire liés à la démarche d'investigation (émettre une hypothèse, effectuer une recherche documentaire, rédiger un mode opératoire, ...) ;
- des savoir-faire propres à chaque discipline scientifique (utiliser tel instrument de mesure, résoudre des exercices, ...).

Quel que soit le savoir-faire, son application automatique exige qu'il soit entraîné régulièrement au cours de l'apprentissage. Le recours à des fiches auxquelles l'élève se réfère est très utile : l'élève pourrait d'ailleurs être en possession de ces fiches tout au long de son parcours.

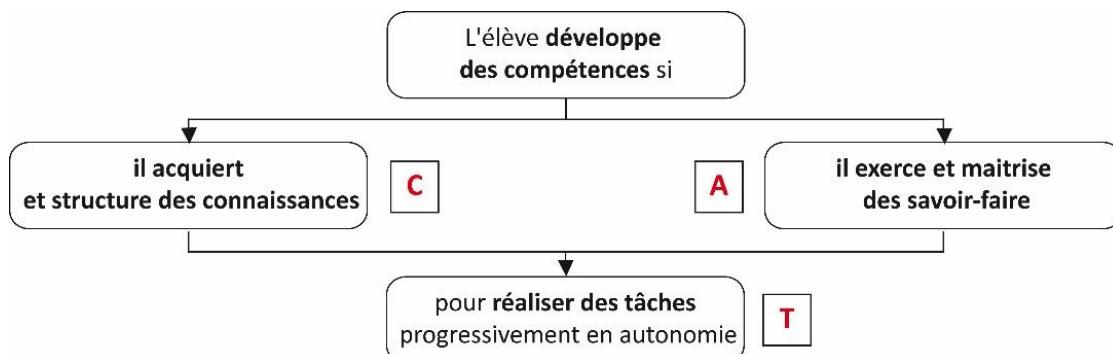
L'annexe 1 présente les principaux savoir-faire et les principales attitudes susceptibles d'être développés.

Transférer (T) : mobiliser des acquis dans le traitement de situations nouvelles

L'élève développe ses compétences s'il est amené régulièrement à réaliser des *tâches*. Il acquerra progressivement de l'autonomie en prenant conscience, avec l'aide du professeur, des processus mentaux impliqués (sélection et articulation des ressources, ...).

La réalisation de ces tâches comporte trois étapes qui interagissent : la problématisation, le recueil et le traitement de l'information, et la communication.

Synthèse



² Le programme de français développe des fiches qui peuvent contribuer à renforcer ces savoir-faire : par exemple, la fiche 2 à la conduite d'une recherche documentaire, la fiche 3 à la production d'un exposé de type argumentatif ou informatif et la fiche 4 à l'intervention dans une discussion de groupe.

Au 3^e degré, les élèves suivent un cours de sciences pour lequel une seule note finale est obligatoire. Cependant, durant l'année, il est recommandé de communiquer des notes relatives à chaque discipline. Ces notes s'établissent en proposant aux élèves, de manière équilibrée :

- des activités d'explicitation des connaissances qui permettent d'en vérifier la maîtrise ;
- des activités d'application qui permettent de vérifier la maîtrise de savoir-faire ;
- des activités de transfert qui permettent de vérifier la possibilité pour l'élève d'intégrer des ressources.

2.2. Des stratégies qui placent l'élève au cœur de l'apprentissage

Les élèves qui choisissent ce cours ont, en principe, de l'intérêt pour les sciences et pour leur dimension explicative. Néanmoins, leurs habiletés sont diverses et leurs expériences personnelles et culturelles variées.

C'est pourquoi ils apprennent mieux lorsqu'on leur offre un éventail de stratégies d'enseignement. Les élèves seront donc régulièrement amenés à faire des recherches, à imaginer des expériences en laboratoire et sur le terrain, à développer leur esprit critique, à débattre entre eux, ainsi qu'à travailler en équipe et de manière autonome.

Toutes ces approches qui placent l'élève au cœur de l'apprentissage sont, par exemple, développées par la démarche d'investigation³. Celle-ci comporte plusieurs étapes (émission d'hypothèses, mise au point de modes opératoires, analyse critique de résultats expérimentaux, ...) qui peuvent être mises en place séparément selon les UAA.

Cependant, d'autres stratégies d'enseignement (cours magistral, enseignement dialogué, ...) conservent toute leur place dans la classe.

³ Voir programme D/2014/7362/3/23 du 2^e degré Sciences générales, pp. 13 et 14.

3. CONSIDÉRATIONS COMPLÉMENTAIRES

3.1. L'expérimentation

Les élèves de Sciences générales sont régulièrement invités à imaginer ou adapter des modes opératoires, à utiliser un matériel spécifique, à exprimer correctement un résultat, à écarter une valeur erronée, ...

Cependant, l'expérience assure au mieux ses missions d'apprentissage si elle répond à une question que se posent les élèves et si les élèves disposent d'autonomie par exemple pour imaginer un protocole.

Ce programme recommande que les élèves réalisent, au 3^e degré, au minimum 6 séances de laboratoire en biologie⁴ et au minimum 8 séances de laboratoire en chimie et en physique, soit respectivement 12, 16 et 16 périodes pour les 3 disciplines.

Prévention et sécurité au laboratoire

À l'école, pour autant que les conditions matérielles le permettent, l'expérimentation par les élèves se pratique dans un laboratoire. Le nombre moyen d'élèves qui manipulent dans le même local doit être adapté afin d'assurer efficacité et sécurité⁵.

L'expérimentation par les élèves peut également être pratiquée en dehors de la classe en faisant appel à différents organismes et universités qui mettent, sous certaines conditions, leurs laboratoires à disposition des écoles.

⁴ En 6^e année, 3 séances de laboratoire peuvent être remplacées par une visite d'une journée sur le terrain.

⁵ Voir : <http://admin.segec.be/documents/6640.pdf>.

La pratique expérimentale engendre une prise de risques qu'il ne convient ni d'exagérer ni de sous-estimer. Avant de proposer une expérience, qu'elle soit réalisée par le professeur ou par les élèves, il importe d'en identifier les risques afin de prendre les mesures adéquates (choix d'une substance chimique, lecture d'étiquettes, port d'équipements de protection, attitudes de prévention, ...). Les situations d'apprentissage de chimie ([situation 1](#), [situation 2](#)) montrent des exemples d'analyse avec identification de risques conduisant à des mesures de prévention.

En ce qui concerne les élèves plus particulièrement, les comportements à adopter lors de séances expérimentales doivent faire l'objet d'un apprentissage qui pourrait, par exemple, consister à rédiger ensemble un règlement de laboratoire. Le document FESeC⁶ « [Recommandations pour une meilleure sécurité dans les laboratoires de sciences](#) » est une source intéressante d'informations variées sur ce point de vigilance.

Exemples de dispositifs qui peuvent être envisagés pour l'organisation de la pratique de laboratoire

- Organiser au 3^e degré une activité complémentaire au choix de l'établissement (AC) consacrée aux laboratoires. Cette AC existe, c'est l'AC « Renforcement de la pratique de laboratoire » qui peut être organisée à 1 ou 2 période(s) par semaine. Il revient également à l'établissement de déterminer si cette AC est libre ou obligatoire pour les élèves de Sciences générales.
- Prévoir un professeur supplémentaire en soutien pour les séances de laboratoire.

3.2. Les témoignages d'experts et les visites extérieures

Inviter des experts en classe, visiter un musée ou une entreprise permet de se rendre compte que les sciences ne se limitent pas à des savoirs théoriques, mais qu'elles ont d'innombrables applications.

De telles activités ouvrent des horizons d'études et de carrières. Elles conduisent également les élèves à mener une réflexion critique sur leur engagement personnel et citoyen.

3.3. Les technologies de l'information et de la communication

Les technologies de l'information et de la communication sont devenues un outil incontournable dans notre société actuelle. En plus de faciliter le recueil et le traitement de l'information (traitement de textes, de données numériques et d'images, traçage de graphiques, capteurs de données, ...), ces technologies donnent accès à une quantité quasi illimitée d'informations qui peuvent être partagées de multiples façons (Internet, réseaux sociaux, tablettes, Smartphone, classe inversée, ...).

⁶ Ce document peut être téléchargé à l'adresse suivante : <http://admin.segec.be/documents/4675.pdf>.

De plus, les TIC permettent à l'apprenant de tester différentes stratégies par essais et erreurs (analyse de l'influence d'un paramètre dans une simulation, résolution d'exercices en ligne, ...). Enfin, elles sont un gage d'ouverture à la modernité, signe que l'école est disposée à évoluer, en phase avec l'ensemble de la société.

Le cours de sciences constitue d'ailleurs un domaine de choix pour mettre les élèves en activité dans un grand nombre de fonctionnalités spécifiques de l'informatique qu'il s'agisse :

- de la récolte et du traitement de données provenant d'expériences ;
- de la visualisation, du traitement et de la génération de sons, images et vidéos ;
- de la gestion de capteurs ;
- de la conception et de l'utilisation de simulations, ...

L'enseignant veillera à ce que les élèves ayant un accès limité à l'informatique ne soient pas pénalisés par rapport aux autres.

3.4. Le développement durable

Le développement durable a été défini en 1987⁷ de la façon suivante : « Il s'agit de s'efforcer de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité de satisfaire ceux des générations futures. C'est LE défi de notre siècle à l'échelle planétaire : construire un développement qui va permettre aux secteurs de l'économie de satisfaire les besoins de base de tous les êtres humains sans mettre à mal les capacités de la planète à se régénérer. Ce défi est global : il présente des composantes sociales, économiques et environnementales ».

Sur cette base, il y a une nécessaire prise de conscience d'une éducation au développement durable, projet d'éducation globale qui ambitionne de faire émerger des générations de citoyens :

- adoptant une attitude responsable vis-à-vis de leur environnement ;
- éduqués et formés à une approche critique du fonctionnement du monde ;
- capables d'une lecture politique des événements ;
- créatifs et imaginatifs, acteurs et actifs ;
- prêts à réévaluer leurs manières de penser et d'agir ;
- disposés à construire de nouveaux modes de vie.

⁷ Rapport Brundtland, publication rédigée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations Unies.

3.5. La santé, la sécurité et l'éthique

Au cours des activités menées durant les cours de sciences, les élèves apprennent à appliquer des consignes de sécurité et à respecter leur santé, ainsi que celle de leurs pairs.

C'est pour cela que les élèves s'efforceront de :

- suivre attentivement les directives données par l'enseignant ;
- disposer d'un espace de travail bien organisé et bien rangé ;
- se soucier de leur sécurité et de celle des autres.

En outre, les apprentissages en sciences permettent une prise de conscience citoyenne, vis-à-vis de soi ou des autres, d'attitudes liées à la santé, à la sécurité et à l'éthique.

On peut citer :

- l'adoption d'une attitude préventive pour protéger sa vision ou son audition ;
- le respect du choix de chacun en matière de sexualité ou de contraception ;
- la préservation de son capital santé ;
- ...

3.6. L'actualité

Dans la mesure du possible, les UAA seront ancrées dans l'actualité. Il peut s'agir de suivre l'actualité scientifique et de discuter avec les élèves de l'impact de découvertes et d'innovations, tant dans la vie quotidienne que sur la société en général, mais aussi de s'intéresser à des évènements de l'actualité qui sont en lien avec les sciences.

L'enjeu éducatif est de permettre aux élèves de développer une opinion informée sur ces questions à travers, par exemple, une participation à un débat tout en respectant l'avis des autres.

Il peut être intéressant de partir des questions relevées par les élèves à partir de leur lecture de l'actualité, par exemple après qu'ils aient suivi l'édition d'un journal télévisé.

3.7 Points de vigilance

Une unité d'acquis d'apprentissage désigne « un ensemble cohérent d'acquis d'apprentissage susceptible d'être évalué ». Si, au cours du degré, une UAA a été scindée en deux parties pour des raisons pédagogiques, le professeur sera attentif à ce que l'évaluation certificative se construise en tenant compte des trois dimensions des processus et de l'ensemble des acquis d'apprentissage.

4. PRÉSENTATION D'UNE UAA

Les concepts scientifiques cités dans les UAA peuvent être développés selon différents niveaux de complexité. Il est donc indispensable d'envisager, pour chaque concept, l'adaptation didactique qui convient aux élèves.

LECTURE D'UNE UAA

Chaque UAA se présente sur une double page.

Présentation générale de l'UAA :
situé l'UAA et la décrit
(cette information sera écrite sous les parties I et II pour certaines UAA).

La trame
notionnelle est présentée
sous la forme d'un tableau à 3
colonnes (précédées éventuellement
d'un sous-titre).

- D'où vient-on? : explication des notions vues antérieurement, prérequis pour l'UAA.
- Notions à voir : les notions indispensables dans le cadre de l'UAA (celles en italique sont facultatives).
- Où va-t-on? : explicitation des notions connexes vues ultérieurement.

Éventuellement des remarques pour préciser certaines notions ou certains développements attendus.

Page de gauche

Au 2^e degré, l'élève a décrit et classé, à partir de son environnement quotidien, les constituants de la matière. Il a aussi étudié qualitativement et quantitativement quelques exemples de transformations chimiques.

Au cours de cette UAA, l'élève utilise la représentation de Lewis et l'électronégativité des atomes pour modéliser des molécules simples, prévoir leur géométrie spatiale et expliciter certaines propriétés macroscopiques qui en découlent.

Trame notionnelle

La représentation des molécules (liaisons intramoléculaires)

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA1 : constitution de la matière.	Modèle de Lewis et électrons de valence.	UAA8 : la molécule en chimie organique.
UAA2 : la réaction chimique.	Les différentes liaisons (ionique, covalente pure, covalente polarisée) ainsi que la liaison métallique.	UAA10 : les réactions acide-base et d'oxydo-réduction.
UAA4 : l'identification d'une espèce chimique par une réaction chimique.	Les limites du modèle de Lewis.	

Remarques

- Le modèle de Lewis correspond à la représentation des liaisons covalentes au sein d'une molécule. Ce modèle intègre la structure de Lewis et la règle de l'octet.
- H_2SO_4 est décrit de la manière suivante, car le soufre peut dépasser l'octet :

$$\begin{array}{c} \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \\ \text{H} - \text{S} - \text{O} \text{---} \text{O} \text{---} \text{H} \\ \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \end{array}$$

FESec – Sciences générales – D3 GT – D/2016/7362/3/12

Page de droite

UAA5. Liaisons chimiques et configuration spatiale de la matière

Fourchette horaire : entre 9 et 12 périodes

Compétences à développer

À partir du modèle de Lewis et d'informations du tableau périodique des éléments, représenter une molécule avec ses liaisons.

Expliquer comment la configuration spatiale d'une espèce chimique en détermine ses comportements.

Développements attendus

La représentation des molécules (liaisons intramoléculaires)

Décrire la structure électronique externe d'un atome à partir de sa position dans le tableau périodique des éléments et en déduire la valence (C).

L'élève représente la structure de l'œil d'un atome d'une famille « a » à l'aide du tableau périodique des éléments et en déduire la valence (C).

Expliquer que les éléments absorbent et émettent des énergies lumineuses correspondant à ces couleurs spécifiques. Décrire les impacts de ce constat dans plusieurs domaines (par exemple : les couleurs des lampes et des feux d'artifice, l'application à l'analyse spectrale, la composition des éléments, ...) (C2).

Sur base d'une expérience montrée par le professeur, l'élève utilise le modèle atomique de Bohr pour expliquer pourquoi les atomes peuvent émettre et absorber des luminescences (C2).

L'élève applique la même logique à divers phénomènes (par exemple : les couleurs des lampes et des feux d'artifice, l'analyse spectroscopique, la composition des éléments).

Caractériser une liaison à partir de l'électronégativité vis-à-vis des atomes constitutifs (A).

L'élève calcule la différence d'électronégativité entre deux atomes unis par une liaison. Il en déduit le type de liaison et la localisation du doublet électronique.

Construire une représentation d'une molécule à 3, partir du modèle de Lewis des atomes constitutifs sur base des informations extraites du tableau périodique des éléments (A2).

L'élève schématise des molécules covalentes en apposant les électrons célibataires apparaissant dans la structure de Lewis des différents atomes composant la molécule ou l'élève construit des molécules covalentes à l'aide de modèles moléculaires.

Montrer les limites du modèle de Lewis (par exemple pour le sulfate d'hydrogène, le nitrate d'hydrogène, les chlorites, chlorates et perchlorates) (C3).

L'élève explique en quoi le modèle de Lewis ne s'applique pas pour rendre compte de certaines liaisons entre atomes (par exemple : pour le sulfate d'hydrogène, les chlorites, les chlorates ou les perchlorates).

FESeC – Sciences générales – D3 GT – D/2016/7362/3/12

Explicitation de connaissances (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Les développements attendus se présentent comme suit:

- la partie sur fond grisé reprend le processus tel qu'énoncé dans le référentiel;
- la partie sur fond clair propose une explicitation pour la mise en œuvre de ces processus.

L'ensemble des développements attendus précisent ce qui est attendu de l'élève pour l'évaluation certificative.

- * L'énoncé de chaque développement est suivi d'une lettre entre parenthèses (C, A ou T) identifiant la dimension concernée.

La liste des savoir-faire prioritairement visés figure en [Annexe 1](#).

Chaque UAA peut être lue selon trois points de vue différents :

1. la compétence à développer chez les élèves ;
2. les développements attendus ;
3. les notions.

Pour chaque UAA, le professeur dispose de marges de liberté :

- la lecture selon l'un des points de vue exprimés ci-dessus,
- le choix et la gestion des situations d'apprentissage,
- l'organisation des apprentissages en adoptant ou non la structuration de certaines UAA en deux ou trois parties, ainsi que l'ordre dans lequel sont présentés les développements attendus.

L'objectif est qu'au terme de l'UAA, l'évaluation certificative soit fondée essentiellement sur les activités décrites par les développements attendus, traduction des compétences propres à chaque UAA.

Plusieurs situations d'apprentissage sont proposées en fin de programme.

Les outils d'accompagnement⁸ présentent :

1. une clarification conceptuelle à l'usage des professeurs ;
2. un répertoire reprenant un ensemble de fiches variées présentant des activités d'investigation, d'expérimentation, de recherche documentaire, ...
3. des conseils didactiques qui reprennent dans un même document un ensemble d'informations destinées à aider chaque professeur pour ses préparations. Parmi ces informations, notons l'explicitation, en termes adaptés aux élèves, des principaux concepts impliqués dans l'UAA.

Ces outils sont accessibles en ligne.

⁸ Outils téléchargeables sur l'espace numérique de travail du secteur Sciences que l'on peut atteindre par <http://enseignement.catholique.be/segec/index.php?id=946>.

5. BIOLOGIE

Remarques concernant le passage d'une 4^e « Sciences de base » vers un 3^e degré « Sciences générales »

Le bagage conceptuel de ces élèves est globalement suffisant. Notons cependant qu'ils n'ont pas étudié l'ultrastructure cellulaire (mitochondrie, lysosome, RER et REL (rétilulum endoplasmique rugueux et rétilulum endoplasmique lisse) et appareil de Golgi), notions qui sont des ressources pour l'UAA de génétique en 6^e année.

L'habileté expérimentale n'est que partiellement acquise.

5.1. Tableau synoptique

Enseignement fondamental	<ul style="list-style-type: none">▪ La distinction entre vivants et non vivants.▪ Les organes des sens.▪ Les descriptions des appareils tégumentaire, locomoteur, circulatoire, digestif et respiratoire.
1 ^{er} degré	LES VIVANTS TRANSFORMENT L'ÉNERGIE <ul style="list-style-type: none">▪ L'appareil digestif et ses principales fonctions.▪ L'appareil respiratoire et les échanges gazeux.▪ L'appareil circulatoire et sa fonction de circulation.▪ Mise en relation des appareils et des systèmes.▪ Relations alimentaires : chaînes alimentaires, réseaux trophiques, cycle de matière, prédatation.
	LES ESPÈCES SE PERPÉTUENT <ul style="list-style-type: none">▪ Diversité des modes de reproduction et reproduction humaine.▪ Diversité du cycle de vie.
	PREMIER CLASSEMENT DES ÊTRES VIVANTS

3 ^e année	UAA1. NUTRITION ET PRODUCTION D'ÉNERGIE CHEZ LES HÉTÉROTROPHES <ul style="list-style-type: none"> ▪ Digestion des aliments et production d'énergie chez les hétérotrophes. ▪ Enzymes digestives, sucs digestifs, fermentation. ▪ Bases qualitatives et quantitatives d'une alimentation équilibrée.
	UAA2. IMPORTANCE DES VÉGÉTAUX VERTS À L'INTÉRIEUR DES ÉCOSYSTÈMES <ul style="list-style-type: none"> ▪ Facteurs biotiques et facteurs abiotiques. ▪ Relations inter- et intra-spécifiques entre les vivants. ▪ Photosynthèse, respiration, osmose, diffusion. ▪ Transferts de matière et flux d'énergie.
4 ^e année	UAA3. UNITÉ ET DIVERSITÉ DES ÊTRES VIVANTS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Structure de la cellule (animale, végétale et bactérienne) au microscope optique. ▪ Information génétique (chromosomes, gènes, ADN, mutation). ▪ Cycle cellulaire. ▪ Transmission de l'information génétique (mitose, méiose et fécondation).
	UAA4. UNE PREMIÈRE APPROCHE DE L'ÉVOLUTION <ul style="list-style-type: none"> ▪ Biodiversité. ▪ Évolution et sélection naturelle.
3 ^e degré	UAA5. L'ORGANISME HUMAIN SE PROTÈGE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Microorganismes pathogènes et non pathogènes. ▪ Réactions immunitaires (innées et acquises), vaccins et greffes.
	UAA6. LA COMMUNICATION NERVEUSE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Système nerveux central et système nerveux périphérique, rôles du système nerveux. ▪ Nerfs, neurones, synapses, neurotransmetteurs, influx nerveux, activité cérébrale.
	UAA7. LA PROCRÉATION HUMAINE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cycles sexuels et régulations hormonales. ▪ Grossesse et accouchement. ▪ Contraception, contragestion, IVG. ▪ Procréation médicalement assistée.
	UAA8. DE LA GÉNÉTIQUE À L'ÉVOLUTION <ul style="list-style-type: none"> ▪ Phénotype et génotype (maladie génétique et maladie chromosomique). ▪ Code génétique, synthèse des protéines et ultrastructure cellulaire. ▪ Origine de la vie et évolution. ▪ Arbres phylogénétiques.
	UAA9. LES IMPACTS DE L'HOMME SUR LES ÉCOSYSTÈMES <ul style="list-style-type: none"> ▪ Empreinte écologique et dette écologique. ▪ Services rendus par les écosystèmes.

5.2. La biologie en 5^e année

En tant qu'êtres humains, nous partageons notre environnement avec d'autres vivants. De nombreux agresseurs potentiels, souvent invisibles à l'œil nu, sont partout autour de nous. Nous survivons parce nous avons acquis des moyens très efficaces pour maintenir notre équilibre et nous défendre contre ces agresseurs. Au travers de cette UAA les élèves découvrent comment l'organisme réagit et se protège.

Trame notionnelle

Les agresseurs de l'organisme

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
<p>Au 1^{er} degré : les niveaux d'organisation des vivants (organe, appareil ou système, organisme).</p> <p>UAA3</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cellule animale. ▪ Cellule bactérienne. ▪ Structure et ultrastructure cellulaire. ▪ Information génétique. ▪ Gènes et allèles. ▪ Cycle cellulaire. 	<p>Microorganismes pathogènes et microorganismes non pathogènes.</p> <p>Multiplication virale et multiplication bactérienne.</p>	<p>UAA8 : de la génétique à l'évolution.</p>

UAA5. L'organisme humain se protège

Fourchette horaire : entre 15 et 18 périodes

Compétences à développer

Modéliser une réponse immunitaire globale de l'organisme suite à des agressions du milieu extérieur.

Comparer quelques moyens préventifs et curatifs mis au point par l'Homme face au risque infectieux.

Développements attendus

Les agresseurs de l'organisme

Comparer des données physiologiques d'une personne saine et d'une personne souffrant d'une maladie infectieuse (par exemple : prises de sang, photos de culture de prélèvements, observations microscopiques (sang, pus, ...)) (A1).

En utilisant les documents à sa disposition, (résultats de prises de sang, photos de culture de prélèvements, observations microscopiques de sang ou de pus, ...), l'élève :

- différencie les facteurs (chimiques, biologiques, ...) faisant l'objet d'une analyse ;
- distingue la personne saine de celle souffrant d'une infection, en mettant en relation les informations présentées.

Décrire de manière simple⁹ comment l'organisme est constamment confronté à la possibilité de pénétration de microorganismes (C1).

À partir de différentes sources (textes, photos, illustrations, vidéos, ...), L'élève dresse la liste des principales voies de contaminations de l'organisme et nomme les principaux vecteurs de contamination.

Identifier, à partir de documents, les modes de transmission de quelques pathogènes courants à partir de cas concrets (par exemple : Sida, grippe, tétanos, tuberculose, MST,...) et les comportements à adopter pour s'en protéger (A2).

À partir de différents documents (textes, sites Internet, ...) présentant une maladie (par exemple : grippe, tétanos, tuberculose, MST), l'élève rédige un texte ou construit un tableau reprenant le type d'agent pathogène responsable (virus, bactérie, ...), ses modes de transmission et les comportements pour s'en protéger.

⁹ *Décrire de manière simple peut se traduire à l'aide d'outils spécifiques tels que carte conceptuelle, schéma heuristique, topogramme, schéma fonctionnel.*

Trame notionnelle

Le fonctionnement du système immunitaire

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
<p>Au 1^{er} degré : les niveaux d'organisation des vivants (organe, appareil ou système, organisme).</p> <p>UAA3</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Cellule animale.▪ Cellule bactérienne.▪ Structure et ultrastructure cellulaire.▪ Information génétique.▪ Gènes et allèles.▪ Cycle cellulaire. <p>UAA3 (chimie) : concentration.</p>	<p>Système lymphatique.</p> <p>Macrophages, monocytes, lymphocytes.</p> <p>Immunité innée.</p> <p>Réaction inflammatoire.</p> <p>Immunité acquise, immunité adaptative.</p> <p>Phagocytose.</p> <p>Antigène et anticorps.</p> <p>Greffe et système CMH.</p>	<p>UAA6 : la communication nerveuse.</p> <p>UAA7 : la procréation humaine.</p> <p>UAA8 : de la génétique à l'évolution.</p>

Remarques

- Pour les mécanismes de défense acquise, n'évoquer que les processus généraux (immunité humorale, immunité cellulaire et mémoire immunitaire) sans entrer dans les détails (par exemple : ne pas détailler toutes les sous-populations des lymphocytes).
- Aborder le Complexe Majeur d'Histocompatibilité (CMH ou HLA) de manière très simple.

Savoir-faire

- Interpréter des graphiques et des tableaux obtenus à partir de dosages analytiques (virus, lymphocytes, anticorps, ...).
- Distinguer une argumentation scientifique d'une croyance (utilisation d'antibiotique, ...).
- Réaliser un schéma fonctionnel (réponse immunitaire).

Développements attendus

Le fonctionnement du système immunitaire

Décrire les principales barrières naturelles extérieures contre la contamination (peau, muqueuses, ...) (C2).

L'élève énumère les principales barrières naturelles contre la pénétration de microorganismes et décrit chacune d'entre elles.

Décrire de manière simple, à partir de documents, le mécanisme de la réaction inflammatoire, une défense innée de l'organisme (C3).

À partir de documents (schémas, vidéos, ...), l'élève énumère les principaux acteurs (molécules, cellules, tissus, ...) et processus (phagocytose) de la réaction inflammatoire puis raconte la chronologie des différents événements.

Expliquer le rôle actif de la fièvre contre l'infection (C4).

L'élève rédige un texte exposant les conséquences de la fièvre sur les processus de défense de l'organisme.

Décrire de manière simple, à partir de documents, les mécanismes de défenses acquises :

- réponse adaptative humorale (origine, production et mode d'action des anticorps),
- réponse adaptative cellulaire (origine et mode d'action des lymphocytes T) (C5).

À partir de documents (schémas, photos, vidéos, compte-rendu d'expériences, ...), l'élève rédige un texte ou réalise un schéma fonctionnel illustrant les mécanismes des réponses adaptatives humorale (origine, production et mode d'action des anticorps) et cellulaire (origine et mode d'action des lymphocytes T), ainsi que les interactions existant entre les différentes cellules impliquées.

Expliquer le mécanisme de la mémoire immunitaire (C6).

À partir de données variées (textes, schémas, graphiques, taux sanguins d'anticorps, ...), l'élève décrit les caractéristiques de la réaction immunitaire secondaire par rapport à la réponse primaire puis montre le lien entre réponse secondaire et mémoire immunitaire.

Expliquer, en développant quelques aspects du système immunitaire, comment l'organisme se protège suite à une agression du milieu extérieur (par exemple : virus de la grippe, bactérie tétonique, ...) (T1).

L'élève rédige un texte ou réalise un schéma fonctionnel montrant les réponses apportées par l'organisme suite à une infection (par exemple : virus de la grippe, bactérie tétonique). Les principaux acteurs et mécanismes y sont présentés.

Expliquer le rejet d'une greffe sur base de l'analyse d'un document (A3).

Sur base de l'analyse de document, l'élève cite les causes du phénomène de rejet de greffe et précise comment ce rejet s'effectue.

Trame notionnelle

Aides apportées au système immunitaire

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA3 (chimie) : concentration.	Vaccins. Antibiotique et antiviral. Antalgique et anti-inflammatoire.	UAA9 : impacts de l'Homme sur les écosystèmes.

Développements attendus

Aides apportées au système immunitaire

Expliquer le principe de la vaccination et la nécessité des rappels, à partir de l'analyse de différents documents, notamment historiques (A4).

À partir de divers documents et notamment ceux relatant des expériences historiques (Jenner, Pasteur, ...), l'élève explicite le lien entre des contacts répétés avec l'agent pathogène atténué et une protection durable.

Distinguer vaccination et sérothérapie (C7).

L'élève compare vaccination et sérothérapie en relevant le type de substance introduite dans l'organisme, les avantages et les limites ainsi que la complémentarité éventuelle de ces deux procédures.

À partir d'une recherche documentaire, expliquer en quoi l'abus d'antibiotiques présente des risques aux niveaux individuel, collectif et environnemental (par exemple : la contamination de la chaîne alimentaire, la résistance des bactéries, infections nosocomiales, ...) (T2).

À partir d'une recherche documentaire, l'élève établit un lien entre une utilisation trop importante ou mal adaptée d'antibiotiques et les risques que cela génère (par exemple : la contamination de la chaîne alimentaire, la résistance des bactéries, les infections nosocomiales).

Expliquer et comparer les principaux rôles d'un antalgique, d'un anti-inflammatoire et d'un antibiotique, à partir de documents (A5).

À partir d'une recherche documentaire, l'élève distingue le rôle et les indications de chaque catégorie de produit.

La perception de notre environnement, la commande des mouvements ainsi que toutes les activités mentales sont assurées par des communications entre cellules nerveuses (les neurones). Si certains de nos comportements sont involontaires et stéréotypés, beaucoup sont intentionnels. L'activité cérébrale intègre également la pensée, la mémoire, les émotions, ...

Le fonctionnement du système nerveux peut être perturbé dans certaines situations par la consommation de certaines substances. L'élève prendra conscience de la fragilité de son système nerveux et de la nécessité de le préserver.

Trame notionnelle

Anatomie et cytologie du système nerveux

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
Au 1^{er} degré <ul style="list-style-type: none"> ▪ Organes et systèmes. ▪ Muscles et squelette. UAA1 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Respiration cellulaire. ▪ Rôles des nutriments. UAA3 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cellule animale. ▪ Structures cellulaires. 	<p>Système nerveux central (encéphale et moelle épinière) et sa protection (crâne, colonne vertébrale, liquide céphalo-rachidien et méninges).</p> <p>Système nerveux périphérique (nerfs crâniens et nerfs rachidiens).</p> <p>Système nerveux végétatif.</p> <p>Récepteur sensoriel.</p> <p>Nerf.</p> <p>Tissu nerveux (neurone, cellules gliales).</p> <p>Synapses.</p>	

Savoir-faire disciplinaires

- Interpréter des graphiques et des tableaux obtenus à partir de dosages analytiques.
- Réaliser un schéma fonctionnel (régulation nerveuse, ...).
- Réaliser des observations au microscope optique.

UAA6. La communication nerveuse

Fourchette horaire : entre 16 et 20 périodes

Compétences à développer

Expliquer de manière simple certains de nos comportements (réflexes, activité motrice volontaire).

Expliquer l'influence que des substances ou des habitudes de vie peuvent avoir sur le fonctionnement du système nerveux.

Développements attendus

Anatomie et cytologie du système nerveux

Décrire l'organisation générale du système nerveux (C1).

L'élève cite les principaux organes impliqués dans la communication nerveuse, les reconnaît sur un schéma général du système nerveux et en énonce les principales caractéristiques.

Réaliser le schéma légendé d'une coupe transversale de la moelle épinière à partir de documents (photographiques de coupes microscopiques) (C2).

À partir de photographies de coupes microscopiques, l'élève représente les éléments essentiels d'une coupe transversale de la moelle épinière, y compris les nerfs rachidiens. Il nomme les différentes structures schématisées.

Identifier les différentes protections des principaux centres nerveux (C3).

L'élève situe et caractérise les protections du système nerveux : crâne, colonne vertébrale, liquide céphalo-rachidien et méninges.

À partir de documents, d'une maquette ou d'une dissection (par exemple : encéphale de veau, ...) décrire la structure de l'encéphale (C4).

À partir de documents (photographies, vidéos, ...), d'une maquette ou d'une dissection (par exemple encéphale de veau ou de porc), l'élève cite les structures majeures de l'encéphale ou en réalise un schéma légendé.

À partir de l'observation (par exemple de photos réalisées au microscope optique) de différentes coupes d'un nerf, en réaliser un schéma annoté. (C5).

À partir de documents présentant différentes coupes d'un nerf (photographies réalisées au microscope optique ou électronique, maquettes, ...), l'élève représente et nomme les différentes structures constituant un nerf.

Réaliser le schéma d'un neurone et en déduire les caractéristiques particulières à partir de documents (photographies de coupes de tissus nerveux) (C6).

À partir de documents (photographies ou représentations de coupes de tissus nerveux), l'élève isole et schématise un neurone-type. Il précise les caractéristiques permettant à cette cellule d'assurer la fonction de transmission du message nerveux.

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Trame notionnelle

Physiologie du système nerveux

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
<p>UAA1 (chimie) : les ions. UAA1 (physique) : tension électrique.</p> <p>UAA3</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Cellule animale.▪ Structures cellulaires.▪ Macromolécules.	<p>Rôles du système nerveux</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Relations entre l'individu et le monde extérieur (organes des sens).▪ Relier et coordonner l'activité des différents organes (homéostasie).▪ Permettre un certain nombre d'activités supérieures (langage, imagination, mémoire, pensée, créativité, ...). <p>Récepteur sensoriel. Nerf. Synapses. L'influx nerveux. Transports passif et actif. Neurotransmetteurs. Réflexes. Activité cérébrale.</p>	<p>UAA5 (physique) : attitude responsable par rapport à la sécurité routière.</p>

Remarque

Pour C9, aborder éventuellement les phénomènes de potentiel post-synaptique et de sommations spatiale et temporelle des messages nerveux.

Développements attendus

Physiologie du système nerveux

À partir de document expérimentaux (historiques, réflexe myotatique, ...) ou d'un logiciel de simulation (grenouille virtuelle), décrire et modéliser le trajet de l'arc réflexe médullaire (A1).

À partir de documents relatant des expériences historiques ou des réflexes myotatiques, ou en s'aidant d'un logiciel de simulation (grenouille virtuelle), l'élève réalise un texte et un schéma annoté représentant le trajet de l'influx nerveux lors d'un arc réflexe impliquant la moelle épinière.

Modéliser le trajet de l'influx nerveux lors de la réalisation d'un acte volontaire, à partir de documents (par exemple : expériences historiques) (C7).

Localiser les principales aires sensorielles et motrices sur le schéma du cortex d'un hémisphère cérébral, à l'aide de documents TEP (C8).

À partir d'un document concret et d'un enregistrement TEP ou IRM, l'élève réalise ou complète un schéma fonctionnel simple des voies nerveuses et des centres d'intégration impliqués dans un mouvement volontaire.

À l'aide d'un logiciel d'animation et/ou de documents présentant des résultats expérimentaux, expliquer le mécanisme de propagation de l'influx nerveux au travers du neurone et de la synapse (C9).

À partir d'un logiciel d'animation et/ou de documents présentant des résultats expérimentaux, l'élève commente la propagation du processus bioélectrique que constitue l'influx nerveux au travers du neurone, en rédigeant des textes structurés ou en réalisant des schémas fonctionnels. Il explique en outre la conversion de ce message au niveau de la synapse.

À partir de l'analyse de document décrivant la commande volontaire d'un mouvement (par exemple : renvoyer une balle de tennis lors d'un échange, monter un escalier, ...), modéliser l'action du système nerveux (modéliser le trajet de l'influx nerveux et le rôle des centres nerveux impliqués) (T1).

À partir de documents décrivant la commande volontaire d'un mouvement (par exemple : renvoyer une balle de tennis lors d'un échange, monter un escalier), l'élève représente sur un schéma le trajet de l'influx nerveux et explicite le rôle joué par les centres nerveux (moelle épinière, encéphale, ...).

À l'aide de documents (par exemple : conséquence et suivi d'un AVC, entraînement d'un musicien, langage, ...), expliquer la notion de plasticité cérébrale au cours d'un apprentissage (T2).

À partir de documents montrant par exemple les conséquences et le suivi d'un accident vasculaire cérébral ou les modifications cérébrales observées lors de l'apprentissage d'un instrument de musique, d'un sport ou d'une langue étrangère, l'élève rédige un texte expliquant la notion de plasticité cérébrale et son importance dans le processus de rééducation cérébrale post-traumatique ou dans le processus d'apprentissage.

Trame notionnelle

Influences sur le fonctionnement du système nerveux

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA1 <ul style="list-style-type: none">▪ Respiration cellulaire.▪ Rôles des nutriments.	Substances psychotropes. Neurotransmetteurs.	UAA5 (physique) : attitude responsable par rapport à la sécurité routière.
UAA3 <ul style="list-style-type: none">▪ Cellule animale.▪ Structures cellulaires.▪ Macromolécules.		

Développements attendus

Influences sur le fonctionnement du système nerveux

À partir de documents, expliquer l'impact de certaines substances (par exemple : alcool, drogues, médicaments, ...) sur la transmission synaptique (T3).

À partir de documents, l'élève rédige un texte ou réalise un schéma explicatif montrant comment certaines substances (par exemple : alcool, drogues, médicaments) peuvent perturber le fonctionnement de l'organisme suite à une altération de la communication nerveuse au niveau de la synapse.

Sur base de documents, identifier quelques facteurs qui peuvent influencer le fonctionnement du système nerveux (par exemple : manque de sommeil, stress, absence ou surplus d'activité physique, manque de lumière, ...) (A2).

Sur base de documents, l'élève cite des facteurs (par exemple le manque de sommeil, le stress, l'absence ou le surplus d'activité physique, le manque de lumière) qui peuvent perturber le fonctionnement du système nerveux et en précise les conséquences.

A partir de documents, expliquer l'origine de certains troubles (de l'audition, de la vue, ...) ou de certaines paralysies musculaires (A3).

À partir de textes ou de vidéos relatant des troubles de l'audition, de la vue, ... ou certaines paralysies musculaires, l'élève rédige un texte ou réalise un schéma fonctionnel pour situer l'origine possible de ces troubles (encéphale, moelle épinière, nerf, synapse, muscle, ...).

L'une des caractéristiques du vivant, c'est de pouvoir se perpétuer.

Dans cette partie, les élèves comprendront comment les gamètes se rencontrent et fusionnent pour former une cellule-œuf, à partir de laquelle se développera un nouvel individu.

Les mécanismes de régulations hormonales seront expliqués. Les méthodes contraceptives et contragestives ainsi que les divers moyens de procréation médicalement assistée seront abordés, de même que les problèmes éthiques associés.

Trame notionnelle

Physiologie de la reproduction humaine

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
Au 1^{er} degré <ul style="list-style-type: none">▪ Les niveaux d'organisation des vivants (organe, appareil ou système, organisme).▪ Reproduction sexuée.▪ Organes reproducteurs masculin et féminin.▪ Cellules reproductives. UAA1 : rôles des nutriments (énergétique, plastique et fonctionnel). UAA3 <ul style="list-style-type: none">▪ Macromolécules organiques.▪ Cellule animale.▪ Structure et ultrastructure cellulaire.▪ Information génétique.▪ Gène et allèles.▪ Mutation.▪ Caryotype.▪ Méiose. UAA5 : antigène et anticorps. UAA6 : système nerveux.	Ovogenèse et spermatogenèse. Étapes d'une grossesse : <ul style="list-style-type: none">▪ fécondation,▪ nidation,▪ passage de l'état d'embryon à celui de fœtus,▪ accouchement. Puberté (caractères sexuels secondaires). Cycles sexuels chez la femme. Ménopause. Hormones et régulation hormonale.	UAA8 : de la génétique à l'évolution. UAA9 : impacts de l'Homme sur les écosystèmes.

Savoir-faire disciplinaires

- Interpréter des graphiques et des tableaux obtenus à partir de dosages analytiques (hormones, anticorps, ...)
- Réaliser un schéma fonctionnel (régulation hormonal, ...).
- Réaliser des observations au microscope optique.

UAA7. La procréation humaine

Fourchette horaire : entre 15 et 18 périodes

Compétences à développer

Décrire les mécanismes principaux qui permettent la transmission de la vie chez l'être humain.

Expliquer les principaux moyens qui permettent de maîtriser la procréation.

Développements attendus

Physiologie de la reproduction humaine

Comparer l'ovogenèse et la spermatogenèse (C1).

L'élève réalise un tableau comparatif de la formation des gamètes chez l'homme et chez la femme.

Décrire de manière simple le fonctionnement du testicule et sa régulation hormonale (C2).

L'élève identifie les principales structures du testicule. Il rédige un texte ou réalise un schéma fonctionnel simple précisant comment les activités du testicule (production de spermatozoïdes et de testostérone) sont régulées.

Mettre en parallèle les cycles utérins et ovariens au cours du temps et expliquer le mécanisme de leur régulation hormonale (C3).

À partir de documents illustrant le cycle utérin et le cycle ovarien (follicules et hormones), l'élève différencie les phases du cycle menstruel. Il met en relation les variations hormonales (ovariennes et hypophysaires) avec leurs effets (épaississement de la muqueuse utérine, évolution des follicules, ovulation, ...). Il explique à l'aide d'un texte ou d'un schéma fonctionnel simple, le mécanisme de leur régulation hormonale.

À partir de données hormonales, décrire l'état physiologique d'une femme (par exemple : enceinte, sous contraceptifs hormonaux, ménopausée, ...) (T1).

À partir de graphiques reprenant des données hormonales, l'élève identifie l'état physiologique d'une femme (par exemple : enceinte, sous contraceptifs hormonaux, ménopausée). Puis il justifie son choix.

Sur base d'un calendrier pluri mensuel et des connaissances sur la régulation hormonale, établir les périodes de fécondité d'une femme (A1).

Sur base d'un calendrier pluri mensuel et des connaissances sur la régulation hormonale, l'élève distingue les périodes fécondes des périodes non fécondes d'une femme et justifie ses choix.

Décrire le mécanisme de la fécondation, à partir de l'observation de documents (C4).

À partir de documents (photos, schémas, vidéos, ...), l'élève caractérise les différentes étapes de la fécondation et retrace la chronologie des événements aboutissant à la formation du zygote.

À partir de documents, mettre en évidence les principales étapes du développement embryonnaire, de la nidation et du développement foetal (C5).

À partir de photos, de schémas ou de vidéos, l'élève retrace la chronologie du développement de l'embryon et du foetus, et en précise les principales caractéristiques (structurelles et fonctionnelles).

Décrire de manière simple les différentes étapes d'une grossesse et son suivi (test de grossesse, échographie, choriocentèse, amniocentèse) (C6).

L'élève énonce les principales étapes d'une grossesse et caractérise les phases embryonnaire et foetale. Il dresse la liste des principaux types de suivis (test de grossesse, échographie, choriocentèse, amniocentèse) et en précise l'objectif et les risques éventuels.

Expliquer le rôle du placenta et de l'amnios (C7).

L'élève décrit la protection apportée par le liquide amniotique. Il précise comment les échanges réalisés au niveau du placenta et comment les hormones sécrétées par ce dernier permettent d'assurer le développement du foetus jusqu'à l'accouchement.

Sur base de documents, expliquer les facteurs déclenchant la parturition (A4).

À partir de documents, l'élève commente l'ensemble des phénomènes mécaniques et physiologiques qui provoquent l'accouchement.

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Trame notionnelle

Régulation de la reproduction humaine

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
	Contraception, contragestion. IVG, PMA.	UAA8 : de la génétique à l'évolution. UAA9 : impacts de l'Homme sur les écosystèmes.

Développements attendus

Régulation de la reproduction humaine

À partir de documents, comparer le mécanisme d'action de quelques méthodes contraceptives (pilule, pilule du lendemain, préservatif, ...) (A2).

À partir de documents, l'élève met en parallèle, par exemple dans un tableau, les différents moyens contraceptifs et contragestifs (pilule, pilule du lendemain, préservatif, ...), leur(s) organe(s) cible(s) et leur(s) mode(s) d'action.

À partir des connaissances sur la régulation des hormones sexuelles chez l'homme et la femme, et de documents, schématiser les méthodes de procréation assistée (Fivete, ICSI, ...) (A3).

À partir de documents relatant une technique de procréation médicalement assistée (Fivete, ICSI, ...), l'élève représente schématiquement les différentes étapes de celle-ci.

Lors d'un débat éthique ou à partir d'un document sur un sujet lié à l'usage des méthodes de procréation médicalement assistée (exemples de sujet : statut de l'embryon, clonage reproductif, recherche sur les embryons congelés, ...), distinguer les considérations scientifiques des autres (T2).

Lors d'un débat éthique ou à partir d'un document (textes, vidéo, ...) concernant un sujet lié à la PMA (statut de l'embryon, clonage reproductif, recherche sur les embryons congelés, ...), l'élève distingue les considérations scientifiques de celles liées à la culture, la religion, la morale, ...

5.3. La biologie en 6^e année

La génétique est une discipline récente de la biologie qui a rapidement évolué depuis l'étude de la transmission de l'information héréditaire jusqu'à l'analyse des mécanismes moléculaires de l'expression génétique.

La génétique moléculaire explique comment les cellules traduisent le message contenu dans l'ADN en caractères précis grâce à la synthèse de certaines protéines. Elle explique également pourquoi les mutations peuvent modifier les phénotypes d'un individu. Les mutations contribuent à la diversité génétique, mais elles peuvent également provoquer des maladies.

Les applications industrielles, agricoles, médicales, ... des biotechnologies sont une source de progrès. L'élève prend conscience des avantages liés à ces techniques, mais aussi des problèmes (éthiques, socio-économiques, environnementaux, ...) liés à leurs utilisations.

Trame notionnelle

Phénotype et génotype

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA3 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cellules et organites. ▪ ADN. ▪ Monohybridisme. ▪ Information génétique. ▪ Mutations. ▪ Méiose. ▪ Chromosomes. ▪ Caryotype. UAA4 : biodiversité UAA7 : procréation humaine. UAA9 (chimie) : synthèse chimique des protéines.	Approche historique Monohybridisme, dihybridisme. Gènes liés et crossing-over. Structure de l'ADN. Phénotypes (macroscopique, cellulaire et moléculaire). Génotype. Méiose : brassages inter-chromosomique et intra-chromosomique. Fécondation, brassage génétique. Code génétique : propriétés. Biosynthèse des protéines (transcription et traduction). Maladie génétique. Maladie chromosomique. Cancer (oncogènes et gènes suppresseurs de tumeurs). Ultrastructure cellulaire (noyau, ribosomes, ADN, ARNm, ARNt, protéines).	UAA9 : impacts de l'Homme sur les écosystèmes.

Savoir-faire disciplinaires

- Observer, recenser, organiser des informations relatives à la génétique.
- Réaliser un schéma fonctionnel (synthèse des protéines).

UAA8. De la génétique à l'évolution

Partie I. Génétique

Fourchette horaire : entre 16 et 18 périodes

Compétences à développer

Expliquer la relation entre phénotypes, structure des protéines et séquence d'ADN.

Mettre en évidence quelques avantages et inconvénients liés aux champs d'application des biotechnologies.

Développements attendus

Phénotype et génotype

À partir de l'interprétation de résultats de croisements (travaux de Mendel et de Morgan), identifier les principales causes de la variation du génome d'une génération à la suivante au sein d'une espèce (A1).

À partir de résultats de croisements (monohybridisme, dihybridisme), l'élève montre que les processus comme la dominance incomplète, la codominance, le polyallélisme, le crossing-over ou la génétique liée au sexe sont à l'origine de la diversité du génome.

À partir d'un arbre généalogique humain, interpréter la transmission d'un caractère (par exemple : lié à une maladie génétique) et établir la relation entre les phénotypes et la séquence d'ADN (A2).

À partir d'un arbre généalogique humain (montrant la transmission de groupes sanguins ou de maladies génétiques, par exemple), l'élève recherche le mode de transmission du caractère et détermine les génotypes et phénotypes des individus.

En utilisant les séquences d'ADN fournies, il montre le lien entre génotype et phénotype.

À partir de documents, montrer l'influence de l'environnement sur l'expression de certains gènes (C1).

À partir de documents, l'élève illustre comment les conditions environnementales (par exemple : pH, température) peuvent modifier l'expression du phénotype.

Décrire le processus de synthèse des protéines (transcription et traduction) (C2).

À partir de documents (schémas, vidéos, animations flash, ...), l'élève expose les caractéristiques des mécanismes de transcription et de traduction. Il cite les rôles de l'ADN, de l'ARNm, des ARNt et des ribosomes et schématisé ces deux mécanismes.

Expliquer la relation entre ADN (gène) et structure primaire d'une protéine (C3).

À l'aide du code génétique, d'une séquence d'ADN et de la structure primaire de la protéine correspondante, l'élève fait le lien entre la succession des codons et celle des acides aminés.

À partir de documents, montrer que plusieurs gènes peuvent intervenir dans la réalisation d'un même phénotype (C4).

À partir de documents (décrivant, par exemple, la génétique des groupes sanguins), l'élève identifie que certains phénotypes sont le résultat de l'expression de plusieurs gènes.

Identifier, à partir de documents, les principales causes des mutations et leurs possibles conséquences (au niveau des cellules germinales et des cellules somatiques) (C5).

À partir de documents, l'élève détermine les origines possibles des mutations, recherche si les mutations modifient la séquence polypeptidique. Il compare les conséquences d'une mutation somatique et d'une mutation germinale.

Distinguer une maladie chromosomique d'une maladie génétique (C6).

L'élève différencie les maladies causées par une anomalie du nombre ou de la structure des chromosomes et celles résultant de l'anomalie d'un gène.

Mettre en œuvre une démarche d'investigation pour découvrir l'implication de quelques gènes et l'influence de l'environnement lors du développement de certaines maladies (T1).

L'élève réalise une recherche sur base de documents pour montrer que certaines maladies (par exemple : cancer, diabète, obésité, hypertension) sont multifactorielles (implication conjointe de quelques gènes avec un facteur de l'environnement).

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Trame notionnelle

Les biotechnologies

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
	<p>Approche historique :</p> <ul style="list-style-type: none">▪ monohybridisme, dihybridisme (lois de Mendel) ;▪ gènes liés et crossing-over (travaux de Morgan et Sturtevant) ;▪ structure de l'ADN (travaux de Watson et Crick) ;▪ code génétique (travaux de Jacob et Monod) ;▪ début des développements de la biologie moléculaire.	UAA9 : impacts de l'Homme sur les écosystèmes.

Développements attendus

Les biotechnologies

À l'aide d'une approche historique, retracer les grandes étapes qui ont conduit de la génétique de Mendel à la génétique moléculaire (C7).

L'élève relate (à l'aide d'un texte ou d'une ligne du temps) les principales découvertes (lois de Mendel, théorie chromosomique et cartes de Morgan, découverte de la molécule d'ADN, code génétique, enzymes de restriction, transgénèse, clonage, ...) ayant contribué à l'évolution de la génétique depuis Mendel jusqu'à la génétique moléculaire.

À partir d'un document, décrire de manière simple une application concrète des biotechnologies (par exemple : production d'OGM, thérapie génétique, ...) (C8).

À partir d'un document, l'élève décrit une expérience de transgénèse (par exemple : une production d'OGM, une thérapie génique). Ensuite, il explicite comment les manipulations génétiques effectuées permettent de doter un organisme de nouvelles propriétés.

À partir de la lecture de différents documents, participer à un débat contradictoire argumenté scientifiquement (ou faire réaliser par les élèves un argumentaire scientifique) sur le développement des biotechnologies (avantages, inconvénients et problèmes éthiques liés par exemple à l'utilisation des OGM, au diagnostic prénatal des maladies héréditaires, à la thérapie génique chez l'Homme) (T2).

À partir de documents, l'élève analyse les enjeux environnementaux, socio-économiques et éthiques liés à l'utilisation d'une biotechnologie (par exemple : les OGM, le diagnostic prénatal de maladies héréditaires, la thérapie génique chez l'Homme) de manière à rédiger un argumentaire scientifique ou à participer à un débat contradictoire.

Le concept d'évolution s'appuie sur des faits scientifiques. La théorie de l'évolution permet d'expliquer l'origine de la vie sur Terre ainsi que l'évolution des espèces et de la biodiversité.

Trame notionnelle

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA2 ■ Espèce. ■ Biotope, biocénose. ■ Écosystème. ■ Relations inter- et intra-spécifiques.	Espèce. Spéciation. Brassage génétique et mutation. Sélection naturelle et dérive génétique. Origine de la vie et chronologie de l'évolution. Néodarwinisme. Lien de parenté entre vivants. Ancêtre commun	UAA9 : impacts de l'Homme sur les écosystèmes.
UAA3 ■ Gène, mutation. ■ Information génétique. ■ Caryotype. ■ Méiose.		
UAA4 ■ Biodiversité. ■ Chronologie de l'évolution. ■ Ancêtre commun hypothétique. ■ Innovation évolutive. ■ Sélection naturelle. ■ Arbre phylogénétique. ■ Structure analogue et structure homologue.	Arbre phylogénétique (ancêtre commun hypothétique, caractère ancestral, innovation évolutive, clade). Origine de la lignée humaine et du genre <i>Homo</i> .	

Remarque

Néodarwinisme est ici synonyme de « théorie synthétique de l'évolution ».

Savoir-faire disciplinaires

- Observer, recenser, organiser des informations relatives à la génétique et à l'évolution, et formuler des hypothèses.
- Interpréter des graphiques et des tableaux relatifs à la génétique et à l'évolution.

Partie II. Évolution

Fourchette horaire : entre 14 et 16 périodes

Compétences à développer

Distinguer un modèle (issu de faits scientifiques) d'une croyance pour expliquer l'apparition de la vie, l'évolution de la vie sur Terre et de la biodiversité.

Décrire les principaux mécanismes qui expliquent l'évolution de la biodiversité

Expliquer que la classification moderne du vivant se fonde sur la théorie de l'évolution.

Développements attendus

À partir de documents, montrer que la biodiversité au niveau des écosystèmes et au niveau des espèces se modifie au cours des principales éres géologiques (C9).

À partir de documents, l'élève caractérise la biodiversité à différentes époques (cambrien, jurassique, ...).

Identifier les conditions probables qui ont permis l'apparition de la vie sur Terre (C10).

À partir de documents (expérience historique de Miller, textes, schémas, ...), l'élève relève les différentes hypothèses avancées pour expliquer l'émergence de la vie sur Terre (« soupe primitive », sources hydrothermales, boues argileuses, comètes, ...).

Identifier (à partir de documents, de visites de musées, ...) des critères anatomiques d'appartenance à la lignée humaine (C11).

À partir de documents, d'une visite de musée, ... l'élève identifie et cite les principales caractéristiques anatomiques qui ont marqué l'évolution de la lignée humaine.

Retrouver des liens de parenté entre êtres vivants à partir de données anatomiques, embryologiques, moléculaires ou paléontologiques (A3).

L'élève dégage des preuves de l'origine commune de certaines espèces à travers l'étude de données anatomiques, embryologiques, moléculaires ou paléontologiques.

Expliquer, à l'aide d'une approche historique comment la théorie de Darwin est étayée par des faits (notamment les apports de la génétique) depuis 1859 (C12).

À partir de documents permettant une approche historique de la théorie évolutive (textes, vidéos, ...), l'élève utilise divers arguments pour montrer que la théorie darwinienne se consolide et se complète depuis son élaboration grâce à de nombreux faits scientifiques, et notamment ceux issus de la génétique.

À partir de l'analyse de documents décrivant un cas concret d'apparition d'une nouvelle espèce (par exemple : les pinsons de Darwin, les moustiques du métro de Londres, les souris de Madère, le lézard des ruines, ...), mettre en évidence les mécanismes particuliers qui permettent d'expliquer l'apparition de ces nouvelles espèces (T3).

À partir d'un document présentant un exemple concret d'apparition d'une nouvelle espèce (par exemple : les pinsons de Darwin, les moustiques du métro de Londres, les souris de Madère, les lézards des ruines), l'élève explicite comment certains mécanismes de l'évolution ont engendré les transformations qui ont mené à l'apparition d'une nouvelle espèce.

À partir de documents, montrer l'importance des gènes homéotiques ou architectes (gènes, Hox) dans le développement d'un être vivant (par exemple : l'Homme, la mouche, ...) (A4).

À partir de documents (textes, schémas, vidéos, ...), l'élève explique le rôle et l'intérêt des gènes du développement (gènes Hox, Hom, ...) pour la chronologie et le plan de formation de l'embryon (chez l'Homme, la souris ou la drosophile, par exemple), ainsi que leur importance dans les processus d'évolution.

À partir de l'analyse d'un document, ou d'une visite au musée, décrire et interpréter un arbre phylogénétique montrant la place de l'Homme au sein des vertébrés et parmi les primates (C13).

À partir d'un arbre phylogénétique de vertébrés accompagné des données qui ont permis de le construire, l'élève précise, en les justifiant, l'ordre d'apparition des caractères ainsi que les liens de parenté entre les espèces et les ancêtres communs hypothétiques. L'élève montre ainsi la place de l'Homme au sein des primates.

Expliquer à l'aide d'un arbre phylogénétique (par exemple : celui des vertébrés) que la classification scientifique actuelle des êtres vivants se fonde sur la théorie de l'évolution (T4).

À l'aide d'un arbre phylogénétique (par exemple celui des vertébrés), l'élève explique que la classification actuelle des êtres vivants a pour objectif de mettre en évidence des liens de parenté entre les êtres vivants.

À la lumière de la théorie néodarwinienne, critiquer les arguments développés dans des théories (par exemple : le fixisme, le créationnisme, le lamarckisme, ...), qui tentent d'expliquer l'origine et l'évolution de la vie à la surface de la Terre (T5).

Pour différentes théories (par exemple : le fixisme, le créationnisme, le lamarckisme, le dessein intelligent, ...) qui tentent d'expliquer l'origine et l'évolution de la vie à la surface de la Terre, l'élève en critique les arguments à l'aide de la théorie néodarwinienne.

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Le développement des activités humaines entraîne une diminution importante de la diversité des espèces et des écosystèmes. Ces derniers représentent pourtant un capital très important à préserver, pour eux-mêmes, mais aussi pour notre santé et notre bien-être.

Trame notionnelle

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
Au 1^{er} degré : réseau trophique. UAA2 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Écosystèmes ▪ Relations inter-spécifiques et relations intra-spécifiques. ▪ Facteurs biotiques et facteurs abiotiques. ▪ Biotope, biocénose, écosystème. ▪ Transfert de matière et flux d'énergie. ▪ Cycle du carbone. 	Les 5 causes principales de la diminution de la biodiversité (la surexploitation des ressources, la fragmentation des habitats, la pollution, les invasions biologiques, les changements climatiques). Empreinte écologique et dette écologique. Services rendus par les écosystèmes (au niveau production, régulation, bien-être).	

Savoir-faire disciplinaire

- Construire une argumentation scientifique dans le contexte du développement durable.

UAA9. Les impacts de l'Homme sur les écosystèmes

Fourchette horaire : entre 16 et 18 périodes

Compétences à développer

Identifier et expliquer l'impact significatif des activités humaines sur un écosystème.

Développer une argumentation scientifique pour critiquer une action de l'être humain sur un écosystème, puis proposer des solutions préventives et curatives.

Développements attendus

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

À partir de documents, identifier quelques causes pouvant être à l'origine d'une diminution de la biodiversité dans un écosystème (C1).

À partir de documents, l'élève recherche et liste des activités humaines (par exemple : surpêche, déforestation, remembrement, monoculture extensive) qui réduisent la biodiversité.

Décrire à partir d'un exemple (tétras-lyre, cigognes noires, ...), les caractéristiques biologiques qui font qu'une espèce est menacée (C2).

Pour une espèce de nos régions (le tétras-lyre, la cigogne noire, ...) l'élève dresse la liste des critères permettant de reconnaître cette espèce comme étant menacée sur base :

- de données biologiques (habitat spécifique, régime alimentaire, fécondité, ...);
- d'observations montrant les modifications actuelles de son environnement (fragmentation des habitats, isolement des populations, pollution du milieu de vie, introduction d'espèces invasives, ...)

Décrire à partir d'un exemple (balsamine de l'Himalaya, berce du Caucase, coccinelle asiatique, *Caulerpa taxifolia*, ...), les caractéristiques biologiques d'une espèce invasive (C3).

Pour une espèce donnée (par exemple : la balsamine de l'Himalaya, la berce du Caucase, la coccinelle asiatique ou *Caulerpa taxifolia*) et à l'aide de documents présentant son mode de vie, son régime alimentaire, sa fécondité, son aire de distribution, ..., l'élève dresse la liste des caractéristiques qui permettent d'identifier cette espèce comme invasive.

À partir d'une recherche documentaire, comparer les caractéristiques de l'extinction de masse vécue actuellement par rapport aux grandes extinctions du passé (A1).

À partir d'une recherche documentaire, l'élève identifie qu'à la différence des crises d'extinction massives précédentes, certaines activités humaines, sont les principales responsables de la diminution de la biodiversité.

Expliquer comment certaines activités humaines favorisent le développement, le maintien ou la restauration de la biodiversité (par exemple : maillages vert et bleu, transhumance du mouton sur les pelouses calcaires, protection de sites et d'espèces (hotspots et projets « life »), sylviculture diversifiée, ...) (T1).

À partir d'exemples locaux ou plus généraux favorisant la biodiversité (par exemple : maillages vert et bleu, transhumance du mouton sur les pelouses calcaires, protection de sites et d'espèces (hotspots et projets « life »), sylviculture diversifiée), l'élève établit les liens de cause à effet entre ces activités humaines et la diversité des espèces ou des écosystèmes.

Par l'observation d'écosystèmes, montrer la nécessité de les préserver en mettant en évidence les services qu'ils rendent (A2).

Par l'observation d'écosystèmes (forêt, prairie humide, bocage, ...), l'élève identifie les services rendus par ces écosystèmes (nourriture, énergie, oxygène, médicaments, régulation des inondations, purification de l'eau, ...) et met en relation la nécessité de les préserver.

Expliquer que certaines activités humaines peuvent modifier le fonctionnement d'un écosystème (par exemple : le déversement de lisier, l'introduction d'une espèce invasive, la surpêche, ...) (A3).

À partir de documents montrant une activité humaine développée de manière intensive (agriculture intensive, surpêche, ...) ou l'introduction d'un nouvel élément au sein d'un écosystème (polluant, déversement de lisier, espèce invasive, ...), l'élève explicite les conséquences de cette action sur le fonctionnement de l'écosystème.

Développements attendus

Calculer son empreinte écologique (en fonction de son alimentation, de ses déplacements, de sa consommation, ...) (A4).

À partir d'un site Internet ou de documents, l'élève calcule son empreinte écologique et explicite quelques changements de comportement à adopter afin de la diminuer (en modifiant son alimentation, ses déplacements, ses consommations, ...).

Expliquer les notions d'empreinte écologique et de dette écologique (C4).

L'élève rédige un texte expliquant que :

- « l'empreinte écologique » est un moyen de mesurer la pression qu'exerce l'Homme sur la nature ;
- dans les pays industrialisés, les habitants vivent au-dessus de la biocapacité de la planète, ce qui entraîne une dette écologique.

Participer à un débat scientifiquement argumenté pour proposer, en tant que citoyen responsable, des pistes de solutions, afin de protéger les écosystèmes (Par exemple : changement des habitudes de consommation, lutte contre la surconsommation d'eau douce, choix énergétique, valorisation des déchets,...).(T2).

L'élève argumente les choix à poser pour protéger les écosystèmes et permettre une exploitation des ressources de la planète compatible avec un développement durable (par exemple : changement des habitudes de consommation, lutte contre la surconsommation d'eau douce, choix énergétique, valorisation des déchets).

5.4. Situations d'apprentissage

Situation 1. La réaction inflammatoire (UAA5)

DÉVELOPPEMENTS ATTENDUS PRINCIPALEMENT VISÉS

A partir de documents, décrire de manière simple le mécanisme de la réaction inflammatoire, une défense innée de l'organisme (C3).

À partir de documents (schémas, vidéos, ...), l'élève énumère les principaux acteurs (molécules, cellules, tissus, ...) et processus (phagocytose) de la réaction inflammatoire et raconte la chronologie des différents évènements.

Comparer des données physiologiques d'une personne saine et d'une personne souffrant d'une maladie infectieuse (par exemple : prises de sang, photos de culture de prélèvements, observations microscopiques (sang, pus, ...)) (A1)

En utilisant les documents à sa disposition, (résultats de prises de sang, photos de culture de prélèvements, observations microscopiques (sang, pus, ...)), l'élève :

- différencie les facteurs (chimiques, biologiques, ...) faisant l'objet d'une analyse ;
- distingue la personne saine de celle souffrant d'une infection, en mettant en relation les informations présentées.

Expliquer, en développant quelques aspects du système immunitaire, comment l'organisme se protège suite à une agression du milieu extérieur (par exemple : virus de la grippe, bactérie tétanique,...) (T1).

L'élève rédige un texte ou réalise un schéma fonctionnel montrant les réponses apportées par l'organisme suite à une infection (par exemple : virus de la grippe, bactérie tétanique). Les principaux acteurs et mécanismes y sont présentés.

ÉNONCÉ DE LA SITUATION

Un patient présente un gonflement purulent suite à une blessure qui ne cicatrice pas. Deux examens sont alors réalisés :

- une analyse de sang dont le résultat est comparé à celui d'une personne saine (voir document 1) ;
- un frottis microscopique du pus contenu de la blessure afin de réaliser une observation à l'aide d'un microscope optique. Une photographie du frottis est alors réalisée (voir document 2).

À partir des documents 1 et 2, et en utilisant différentes représentations graphiques du phénomène en train de se dérouler (documents 3 et 4), expliquer le mécanisme de la réaction inflammatoire en précisant le rôle des globules blancs.

DOCUMENTS

Document 1.- Analyse de sang

Patient n°1 :

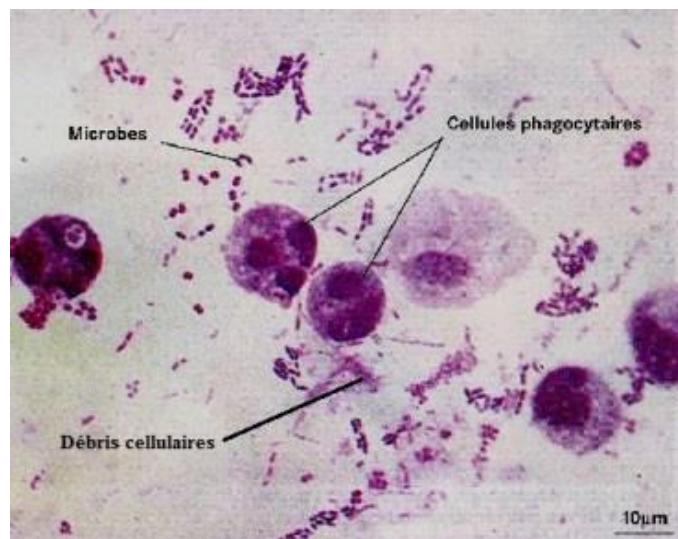
Hématies.....	5.080000 /mm3	4.0 à 10.0
Leucocytes.....	8600 /mm3	4400 à 10000
Plaquettes.....	311000 /mm3	150000 à 400000

Patient n°2 :

Hématies.....	4.880000 /mm3	4.0 à 10.0
Leucocytes.....	14600 /mm3	4400 à 10000
Plaquettes.....	291000 /mm3	150000 à 400000

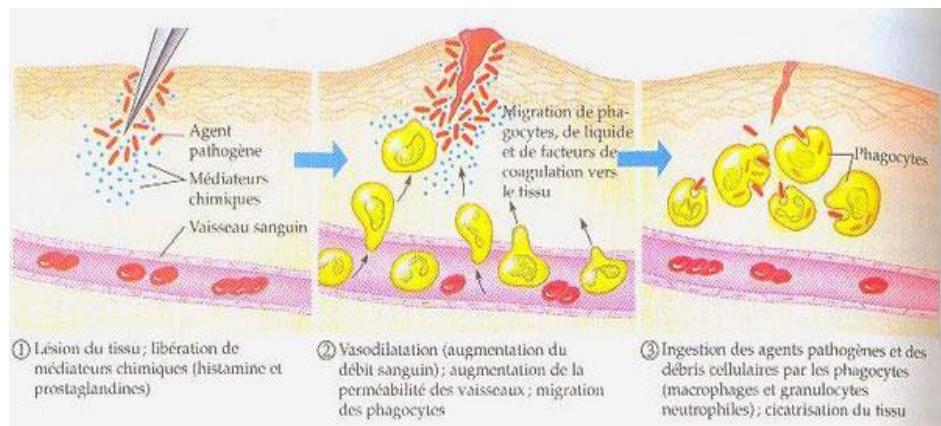
(Extrait du site : <http://clg.lorris.svt.free.fr/spip.php?article85> , page consultée le 23/06/2016)

Document 2.- Microphotographie d'un frottis de pus



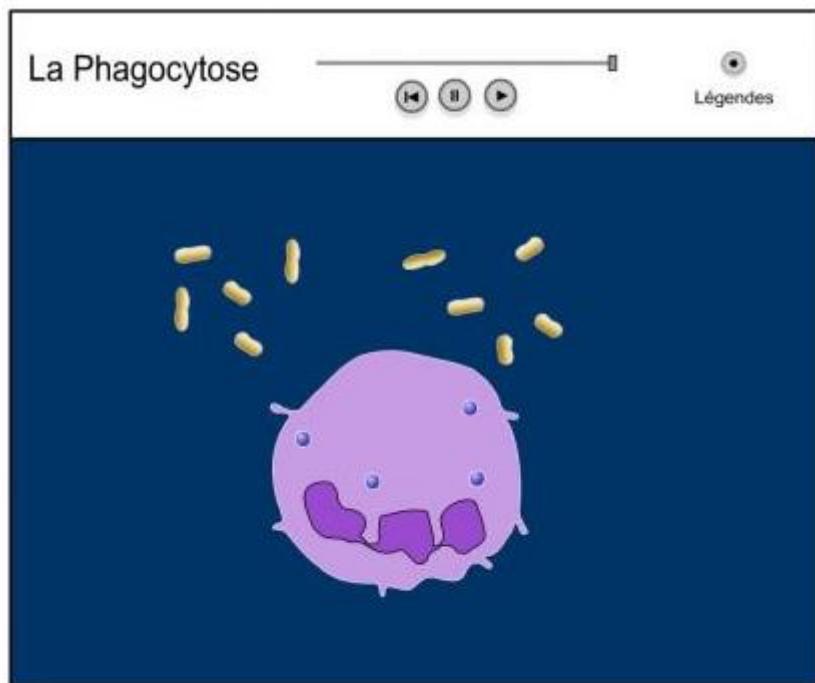
(Extrait du site : <http://clg-blois-begon-blois.tice.ac-orleans-tours.fr/eva/spip.php?article82> ,
page consultée le 23/06/2016)

Document 3.- La réaction inflammatoire



(Extrait du site : <https://clercsvt.jimdo.com/ancien-programme-college/troisieme/chapitre-2-les-d%C3%A9fenses-immunitaires/> , page consultée le 20/1/2017)

Document 4.- Animation « flash » sur la phagocytose



(Extrait du site : <http://www.biologieenflash.net/animation.php?ref=bio-0064-2> , page consultée le 20/1/2017)

Situation 2. Les périodes de fécondité de la femme (UAA7)

DÉVELOPPEMENT ATTENDU PRINCIPALEMENT VISÉ

Sur base d'un calendrier plurimensuel et des connaissances sur la régulation hormonale, établir les périodes de fécondité d'une femme (A1).

Sur base d'un calendrier plurimensuel et des connaissances sur la régulation hormonale, l'élève distingue les périodes fécondes des périodes non fécondes d'une femme et justifie ses choix.

ÉNONCÉ DE LA SITUATION

En considérant les cycles irréguliers d'une femme représentés sur le document 2 ci-dessous et en tenant compte de la variabilité de l'ovulation par rapport à la fin du cycle ainsi que de la durée de survie de l'ovule et du spermatozoïde, déterminer la période d'ovulation (O) la plus probable lors de chacun de ces cycles.

Déterminer les périodes durant lesquelles un rapport sexuel (S) pourrait être fécondant (compter un jour de sécurité supplémentaire par rapport à l'ovulation, comme dans le document).

Au vu des résultats obtenus, apporter des conclusions en ce qui concerne les périodes de fécondité de cette femme.

ÉLÉMENTS D'INFORMATIONS

On considère que le cycle menstruel de la femme dure en moyenne 28 jours. Cependant si la phase lutéinique est généralement constante et dure à peu près 14 jours, la durée de la phase folliculaire est très variable et ce, pour diverses raisons. Il arrive donc très fréquemment que les femmes aient des cycles irréguliers, soit plus courts, soit plus longs que 28 jours. Dans ce cas, il est donc impossible de déterminer dès le début du cycle à quel moment aura lieu l'ovulation, puisque la date de celle-ci n'est jamais connue qu'« après coup ». Par ailleurs, la survie d'un spermatozoïde dans les voies génitales féminines est de 3 à 4 jours, tandis que celle de l'ovocyte est de 24 à 36 heures maximum.

DOCUMENTS

Document 1.- Cas d'une femme présentant un cycle menstruel régulier.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
R	R	R	R	R									O	O	O	O											
								S	S	S	S	S	S	S	S	S	S										

R : règles, O : ovulation probable, S : rapport sexuel potentiellement fécondant

Document 2. Cas d'une femme présentant des cycles irréguliers

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
R	R	R	R	R																

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
R	R	R	R	R	R	R																								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
R	R	R	R	R	R	R																									

R : règles, O : ovulation probable, S : rapport sexuel potentiellement fécondant

BIBLIOGRAPHIE

CORNET, M., sous la direction de TAVERNIER, R, LIZEAUX, C., *Biologie 5^e, Sciences générales, collection Bio*, De Boeck, 2009, p. 289.

Situation 3.

Une maladie génétique : la mucoviscidose (UAA8)

DÉVELOPPEMENTS ATTENDUS PRINCIPALEMENT VISÉS

Expliquer la relation entre ADN (gène) et structure primaire d'une protéine (C3).

À l'aide du code génétique, d'une séquence d'ADN et de la structure primaire de la protéine correspondante, l'élève fait le lien entre la succession des codons et celle des acides aminés.

À partir d'un arbre généalogique humain, interpréter la transmission d'un caractère (par exemple : lié à une maladie génétique) et établir la relation entre les phénotypes et la séquence d'ADN (A2).

À partir d'un arbre généalogique humain (montrant la transmission de groupes sanguins ou de maladies génétiques, par exemple), l'élève recherche le mode de transmission du caractère et détermine les génotypes et phénotypes des individus.

ÉNONCÉ DE LA SITUATION

En Belgique, la mucoviscidose est la plus fréquente des maladies génétiques graves. Un enfant sur 2 500 est atteint.

À partir de documents, expliquer les relations qui existent entre les symptômes de la mucoviscidose et la modification de la structure de certaines molécules (protéines et ADN) chez une personne atteinte de cette maladie.

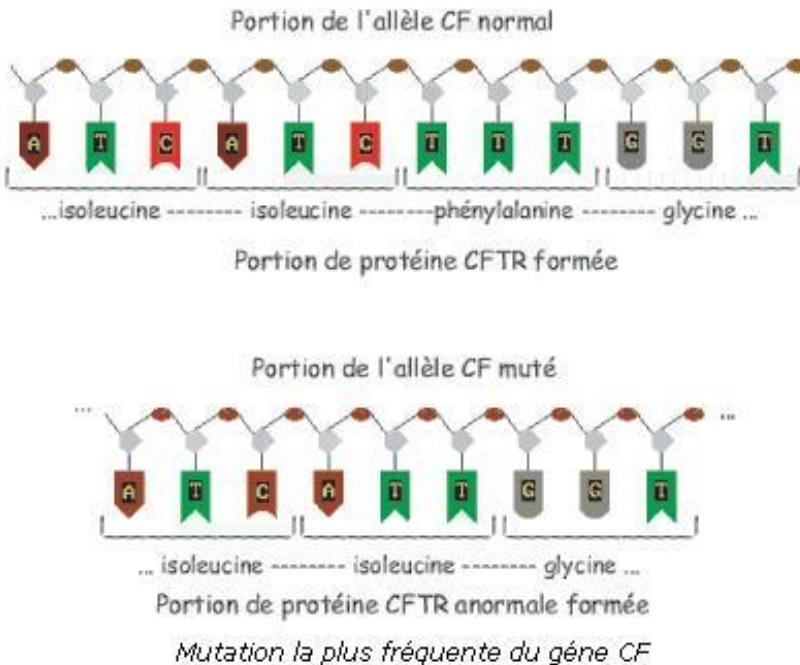
SUGGESTIONS POUR LE PROFESSEUR

Distribuer des documents ou faire réaliser une recherche par les élèves sur :

- les symptômes de la maladie et les dysfonctionnements des organes touchés (phénotype macroscopique) ;
- les dysfonctionnements au niveau cellulaire (phénotype cellulaire) ;
- les dysfonctionnements et les modifications de structure au niveau moléculaire (phénotype moléculaire).

Demander aux élèves de rédiger un texte (ou de réaliser un schéma) explicitant les relations entre les différents niveaux d'observation des phénotypes. L'objectif est de montrer que les protéines (et plus particulièrement leur structure) sont toujours impliquées dans la réalisation d'un phénotype particulier.

DOCUMENT



(Extrait du site : <http://sitearzouan.free.fr/images/proteine.jpg>,
page consultée le 23/06/2016)

BIBLIOGRAPHIE

Association belge de la mucoviscidose, <http://www.muco.be/fr/mucoviscidose-0> , page consultée le 23/06/2016.

« Les SVT avec DB », documents vidéo (6 min) et iconographiques sur la mucoviscidose, http://dboudeau.fr/site/?page_id=875 , page consultée le 23/06/2016.

6. CHIMIE

Remarque concernant le passage d'une 4^e « Sciences de base » vers une 5^e « Sciences générales »

Le bagage conceptuel de ces élèves est globalement suffisant.

L'habileté expérimentale ainsi que la gestion des déchets produits pendant les séances de laboratoire ne sont que partiellement acquises.

Une approche de la réaction chimique particulièrement formatrice

Le cours de chimie du 3^e degré est principalement consacré à l'étude de la réactivité chimique. Cette étude peut être l'occasion d'une approche globale du phénomène chimique envisagé permettant ainsi à l'élève d'intégrer progressivement les acquis du cours et d'élaborer une vue « méta ».

Tout d'abord, chaque rencontre avec une substance sera l'occasion d'un bref exercice de nomenclature.

Ensuite, chaque fois que l'élève est confronté à un phénomène chimique¹⁰, il serait intéressant qu'il en dresse les profils suivants¹¹.

Profil des réactifs (caractéristiques des réactifs)

- Aspect macroscopique des réactifs : état physique (s, l, g, aq), propriétés, aspect visuel, conseils de prudence, ...
- Aspect symbolique des réactifs : formule et nom, logos et mentions de danger, ...

¹⁰ C'est le cas pour l'UAA8 partie II, pour l'UAA9 et pour l'UAA10. Ils sont téléchargeables sur l'espace numérique de travail du Secteur Sciences que l'on peut atteindre par <http://enseignement.catholique.be/segec/index.php?id=946>.

¹¹ Les outils du secteur Sciences montrent des exemples.

Profil de la réaction

- Type de réaction.
- Conditions de réaction : température, catalyseur, (pression), ...
- Observations macroscopiques (si celles-ci sont réalisées en classe).
- Écriture de l'équation chimique, caractéristique de l'avancement : réaction complète (\rightarrow)/incomplète (\rightleftharpoons).

Profil des produits

- Nature, état physique.
- Procédés d'extraction.
- Gestion des déchets.
- Énergie libérée.

6.1. Tableau synoptique

1 ^{er} degré	<ul style="list-style-type: none"> Les états de la matière. Masse, volume, masse volumique. Constitution et séparation de mélanges.
3 ^e année	<p>UAA1. CONSTITUTION ET CLASSIFICATION DE LA MATIÈRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Corps pur simple et composé, mélange, solution, solvant, soluté, élément, gaz noble. Molécule, atome (modèles), ion, proton, neutron, électron. Nombre atomique, masse atomique relative, électronégativité. Concentration massique. <p>UAA2. LA RÉACTION CHIMIQUE : APPROCHE QUALITATIVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Phénomène chimique, réaction (réactifs et produits), fonction, valence, pictogrammes. Modèle d'Arrhenius.
4 ^e année	<p>UAA3. LA RÉACTION CHIMIQUE : APPROCHE QUANTITATIVE</p> <ul style="list-style-type: none"> Loi de Lavoisier. Mole, masse molaire, masse moléculaire relative, volume molaire d'un gaz. Concentration molaire. Nomenclature. Réactif en excès, réactif limitant. <p>UAA4. IDENTIFIER UNE ESPÈCE CHIMIQUE PAR UNE RÉACTION CHIMIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> Précipitations, solubilité.
3 ^e degré	<p>UAA5. LES LIAISONS CHIMIQUES ET CONFIGURATION SPATIALE DES ESPÈCES CHIMIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> Modèle de Lewis, électrons de valence. Liaisons ionique, covalente pure et covalente polarisée. Solvatation, liaison hydrogène, liaison métallique. <p>UAA8. LA MOLÉCULE EN CHIMIE ORGANIQUE (partie I)</p> <ul style="list-style-type: none"> Structure des molécules organiques (alcano, alcool, acide carboxylique, ester). <p>UAA6. CARACTERISER UN PHENOMÈNE CHIMIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> Chaleur, réactions exo- et endothermiques, enthalpie et variation d'enthalpie. Capacité calorifique, pouvoir calorifique, chaleur massique, chaleur molaire. Vitesse de réaction, catalyse. <p>UAA7. LES ÉQUILIBRES CHIMIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> C_A et $[A]$, K_C, désordre, loi de Guldberg et Waage, loi de Le Chatelier. Réaction complète et réaction limitée à un équilibre. <p>UAA8. LA MOLÉCULE EN CHIMIE ORGANIQUE (partie II)</p> <ul style="list-style-type: none"> Combustible, comburant, combustion, pouvoir calorifique. Estérification, saponification. <p>UAA9. LA MACROMOLÉCULE EN CHIMIE ORGANIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> Alcène, amine, amide, acide aminé. Monomère, polymère, protéine. <p>UAA10. LES RÉACTIONS AVEC TRANSFERT : LES RÉACTIONS ACIDE-BASE ET D'OXYDO-RÉDUCTION</p> <ul style="list-style-type: none"> Réactions acide-base (acide et base selon Brönsted, autoprotolyse de l'eau, couple acide/base, pK_a, pH, titrage). Réactions d'oxydo-réduction (oxydant, réducteur, oxydation, réduction, couple oxydant/réducteur, table de potentiels, piles, accumulateurs).

6.2. La chimie en 5^e année

Au 2^e degré, l'élève a décrit et classé, à partir de son environnement quotidien, les constituants de la matière. Il a aussi étudié qualitativement et quantitativement quelques exemples de transformations chimiques.

Au cours de cette UAA, l'élève utilise la représentation de Lewis et l'électronégativité des atomes pour modéliser des molécules simples, prévoir leur géométrie spatiale et expliciter certaines propriétés macroscopiques qui en découlent.

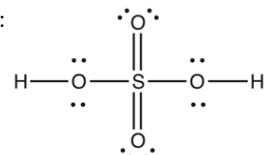
Trame notionnelle

La représentation des molécules (liaisons intramoléculaires)

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA1 : constitution de la matière. UAA2 : la réaction chimique. UAA4 : l'identification d'une espèce chimique par une réaction chimique.	Modèle de Lewis et électrons de valence. Les différentes liaisons (ionique, covalente pure, covalente polarisée) ainsi que la liaison métallique. <i>Les limites du modèle de Lewis.</i>	UAA8 : la molécule en chimie organique. UAA10 : les réactions acide-base et d'oxydo-réduction.

Remarques

- Le modèle de Lewis correspond à la représentation des liaisons covalentes au sein d'une molécule. Ce modèle intègre la structure de Lewis et la règle de l'octet.
- H_2SO_4 est décrit de la manière suivante, car le soufre peut dépasser l'octet :



Savoir-faire :

- Extraire les informations (valence, état d'oxydation, électronégativité) du tableau périodique des éléments.
- Représenter une molécule en 3D.
- Représenter la structure de Lewis d'un atome à l'aide du tableau périodique des éléments.

UAA5. Liaisons chimiques et configuration spatiale de la matière

Fourchette horaire : entre 9 et 12 périodes

Compétences à développer

À partir du modèle de Lewis et d'informations du tableau périodique des éléments, représenter une molécule avec ses liaisons.

Expliquer comment la configuration spatiale d'une espèce chimique en détermine ses comportements.

Développements attendus

La représentation des molécules (liaisons intramoléculaires)

Décrire la structure électronique externe d'un atome à partir de sa position dans le tableau périodique des éléments et en déduire la valence (C1).

L'élève représente la structure de Lewis d'un atome d'une famille « a » à l'aide du tableau périodique des éléments. Il en déduit la valence de cet élément.

Expliquer que les éléments absorbent et émettent des énergies lumineuses correspondant à des couleurs spécifiques. Décrire les impacts de ce constat dans plusieurs domaines (par exemple : les couleurs des lampes et des feux d'artifice, l'application à l'analyse spectrale, la composition des étoiles, ...) (C2).

Sur base d'une expérience montrée par le professeur, l'élève utilise le modèle atomique de Bohr pour expliquer pourquoi chaque élément absorbe ou émet des lumières de couleur spécifique. Il applique cette explication à divers phénomènes (par exemple : les couleurs des lampes et des feux d'artifice, l'analyse spectrale, la composition des étoiles).

Caractériser une liaison à partir de l'électronégativité des atomes constitutifs (A1).

L'élève calcule la différence d'électronégativité entre deux atomes unis par une liaison. Il en déduit le type de liaison et la localisation du doublet électronique.

Construire une représentation d'une molécule à partir du modèle de Lewis des atomes constitutifs sur base des informations extraites du tableau périodique des éléments (A2).

Sur base des informations extraites du tableau périodique des éléments, l'élève schématise des molécules covalentes en appariant les électrons célibataires apparaissant dans la structure de Lewis des différents atomes composant la molécule ou l'élève construit des molécules covalentes à l'aide de modèles moléculaires.

Montrer les limites du modèle de Lewis (par exemple pour le sulfate d'hydrogène, le nitrate d'hydrogène, les chlorites, chlorates et perchlorates) (C3).

L'élève explique en quoi le modèle de Lewis ne s'applique pas pour rendre compte de certaines liaisons entre atomes (par exemple : pour le sulfate d'hydrogène, les chlorites, les chlorates ou les perchlorates).

Trame notionnelle

La géométrie des molécules et la relation avec des propriétés macroscopiques

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA 2 : dissociation d'un sel.	Solvatation <i>Molécules polaires et molécules apolaires, leur comportement dans l'eau</i>	UAA10 : les réactions acide-base et d'oxydo-réduction. UAA 6 : formule développée d'un alcane et isométrie.

Stratégies transversales

- Visualiser une forme dans l'espace
- Estimer la valeur d'un angle dans un polygone.

Remarque

La structure tridimensionnelle des molécules peut être facilement visualisée grâce à des modèles moléculaires ou des logiciels.

La cohésion de la matière (liaisons intermoléculaires)

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
	Liaison hydrogène.	UAA9 : la macromolécule en chimie organique.

Remarque

Pour T2, il reviendra éventuellement au professeur d'indiquer aux élèves que la modélisation ne rend pas toujours compte du comportement exact de la matière.

Développements attendus

La géométrie des molécules et la relation avec des propriétés macroscopiques

Représenter la configuration spatiale d'espèces chimiques dont H_2O , CH_4 , NaCl , CO_2 , O_2 , au moins, et prévoir leur comportement dans l'eau (T1).

Pour des espèces (dont H_2O , CH_4 , NaCl , CO_2 , O_2), l'élève identifie le type de liaison et établit la configuration spatiale grâce à un modèle moléculaire, sur base d'un document ou par la théorie de Gillespie. Il en précise le caractère polaire ou apolaire et en déduit la solubilité dans l'eau. Il confronte cette déduction avec le comportement réel des espèces.

Décrire l'action des molécules d'eau sur la solvatation de sels (C4).

À l'aide d'un schéma légendé explicitant la dissociation d'un sel (NaCl , KBr , ...) dans l'eau, l'élève modélise les molécules d'eau entourant les ions (sphère de solvatation).

Écrire l'équation de dissociation d'un sel (A3).

L'élève écrit l'équation chimique pondérée modélisant la dissociation en ions d'un sel dans l'eau.

La cohésion de la matière (liaisons intermoléculaires)

Décrire le rôle des liaisons hydrogène dans l'eau pure (C5).

À l'aide d'un schéma, l'élève représente les liaisons hydrogène (ou « ponts hydrogène ») entre molécules d'eau. Il en déduit que ces interactions sont responsables de la cohésion importante entre ces molécules et de certaines propriétés (par exemple l'état liquide de l'eau à température ambiante).

Expliquer le comportement de la matière à partir de sa modélisation atomique / ionique / moléculaire pour les situations suivantes :

- dureté et conductivité électrique du diamant contrairement au graphite ;
- ductilité et conductivité électrique des métaux contrairement aux cristaux de sels ioniques ;
- solubilité des sels ioniques ;

et montrer comment l'homme en tire profit (T2).

À partir de documents (vidéos, articles de journaux, ...), l'élève établit un lien entre le comportement macroscopique de la matière et sa structure microscopique. Il décrit comment l'Homme exploite ces propriétés dans différents domaines (construction, alimentation, vêtements, moyens de transport, ...).

Les molécules organiques sont omniprésentes dans notre vie quotidienne. Cette première partie de l'UAA8 étudie les propriétés macroscopiques des composés organiques à la lumière des liaisons chimiques vues dans l'UAA précédente. Elle envisage également les impacts sur la santé de certains de ces composés.

Trame notionnelle

La représentation des molécules (liaisons intramoléculaires)

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA5 : les liaisons chimiques.	Composé organique. Alcane. Isomère de position. Alcool. Acide carboxylique. Ester. Caractère hydrophile et caractère hydrophobe.	UAA8 (Partie II) : les réactions de combustion, d'estérification et de saponification. UAA9 : alcènes et polymères.

Remarque

Il est envisageable de décrire ici la structure des alcènes, des amides et des acides aminés (UAA9) afin d'avoir une vue d'ensemble sur la diversité des molécules organiques.

UAA8. La molécule en chimie organique

Partie I. Structure des molécules organiques

Fourchette horaire : entre 5 et 7 périodes

Compétences à développer

Évaluer l'importance des substances organiques dans l'environnement quotidien du consommateur responsable.

Décrire des spécificités de la chimie du carbone.

Développements attendus

La représentation des molécules (liaisons intra et intermoléculaires)

Distinguer un composé organique d'un composé inorganique (C1).

Sur base d'une expérience de combustion, de l'examen de formules moléculaires, de l'origine (vivante ou non vivante) des substances concernées, l'élève les trie en substances organiques et substances inorganiques.

Décrire et nommer une molécule d'alcane (C2).

Sur base de la formule moléculaire développée plane d'un alcane, l'élève représente cette molécule de plusieurs manières (formules spatiale, semi-développée et topologique) puis il nomme cette molécule en appliquant les règles de l'IUPAC.

Représenter les isomères d'un alcane présent dans un carburant automobile (C3).

À partir d'une même formule brute (par exemple C_7H_{16} , C_8H_{18} , ...), l'élève fait correspondre plusieurs formules de structure (semi-développées planes ou développées planes) différentes.

Représenter une molécule d'alcool, d'acide carboxylique, d'ester (C6).

L'élève distingue les trois groupements fonctionnels oxygénés et représente la structure de molécules contenant chacune un de ces groupements.

À partir de tables (solubilité et températures d'ébullition), expliquer le comportement des alcools sur base de la polarité de la molécule et des liaisons hydrogène (A3).

À partir de tables (de solubilité et de températures d'ébullition d'alcanes et d'alcools), l'élève met en évidence que la présence de « ponts hydrogène » augmente la cohésion entre les molécules et explique la température d'ébullition assez élevée des alcools (comparée à celle des alcanes de masse molaire semblable) et leur solubilité dans l'eau (si la chaîne carbonée de l'alcool est courte).

Repérer la présence et le rôle d'alcools, d'acides carboxyliques et d'esters dans l'environnement quotidien (C7).

À partir de documents (textes ou vidéos sur les médicaments, les arômes, les parfums, les boissons alcoolisées, ...), l'élève identifie quelques molécules organiques oxygénées ainsi que leurs usages.

Mener une recherche documentaire afin d'évaluer les impacts sur la santé de la présence d'un conservateur (acides carboxyliques) (T3).

L'élève met en évidence les conservateurs (par exemple : acide acétique dilué, acide citrique, acide tartrique, acide ascorbique) cités sur les étiquettes d'aliments usuels. À partir d'une recherche documentaire, il établit une synthèse contradictoire quant aux impacts sur la santé d'un conservateur.

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Après avoir étudié qualitativement et quantitativement les réactions chimiques au 2^e degré, l'élève est amené à en découvrir les aspects dynamiques et énergétiques. Ceux-ci permettent de sensibiliser l'élève à l'importance des conditions expérimentales des réactions chimiques, dont l'influence peut être tantôt avantageuse, tantôt désavantageuse, tantôt dangereuse, ...

Trame notionnelle

L'effet thermique d'un phénomène chimique

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA3 de physique : chaleur et température. UAA5 : les liaisons chimiques.	Chaleur. Réactions exothermiques et réactions endothermiques. Enthalpie et ΔH . Capacité calorifique (<i>exprimée en kJ/K</i>). Chaleur massique d'une substance (<i>kJ/kg.K</i>). Chaleur molaire d'une substance (<i>kJ/mol.K</i>). Pouvoir calorifique d'une substance (<i>kJ/kg ou kJ/mol</i>). Relation liée au changement de température ($Q = C m \Delta T$). <i>Enthalpies de formation, énergies de liaison.</i> <i>Diagramme d'enthalpie.</i>	UAA7 : l'équilibre chimique. UAA8 (Partie II) : les réactions de combustion.

Remarques

- Pour C1, les deux notions d'énergie thermique et de température sont définies au niveau microscopique. L'énergie thermique est la grandeur physique liée à l'état d'agitation thermique des entités constitutives d'une substance. La température est la grandeur physique liée à l'énergie cinétique moyenne des entités constitutives d'une substance.
- T2 peut être envisagé plutôt dans le cadre de l'UAA8 (Partie II), lorsque l'élève aborde les réactions de combustion.

Savoir-faire disciplinaires

- Mesurer une température.
- Utiliser la relation $Q = c m \Delta T$.
- Tracer un diagramme représentant ΔH des réactifs et ΔH des produits

UAA6. Caractériser un phénomène chimique

Fourchette horaire : entre 10 et 12 périodes

Compétences à développer

Caractériser l'effet thermique d'un phénomène chimique.

Caractériser la vitesse de réaction sur base de critères qualitatifs.

Développements attendus

L'effet thermique d'un phénomène chimique

Distinguer chaleur et température (C1).

L'élève distingue la notion de chaleur (grandeur physique qui exprime la quantité d'énergie thermique transférée entre deux substances mises en contact) de celle de température (grandeur physique qui exprime l'aptitude d'une substance à céder de l'énergie thermique à une autre substance mise en contact avec elle).

Sur base de critères observables, distinguer une transformation chimique endothermique, exothermique ou athermique (C2).

À partir d'observation d'expériences réalisées en classe ou de descriptions documentaires de phénomènes chimiques (niveau macroscopique), l'élève constate et explicite qu'au cours d'une réaction chimique de l'énergie thermique peut être échangée entre le système étudié et son environnement. Suivant le sens de déplacement de l'énergie thermique, il distingue des réactions exo-, endo- ou athermiques.

Suivre un protocole expérimental pour déterminer la chaleur molaire associée à une dissociation ionique (A1).

L'élève détermine la chaleur molaire de dissociation d'un composé ionique (un sel ou un hydroxyde) à partir de mesures de grandeurs (masse, température, ...) lors de la mise en œuvre d'un protocole expérimental fourni par le professeur.

Élaborer un protocole et mener l'expérience de calorimétrie pour déterminer la quantité de chaleur molaire associée à une réaction chimique (T1).

L'élève détermine la chaleur molaire d'une réaction (neutralisation, combustion, ...) à partir de mesures de grandeurs (masse, température, concentration, ...) qu'il a obtenues au cours d'une activité expérimentale dont il a imaginé le protocole.

Représenter sous forme d'un diagramme une transformation chimique exothermique, endothermique ou athermique, les réactifs et les produits étant en solution, puis interpréter ce diagramme (A2).

L'élève représente et interprète les diagrammes d'enthalpie correspondant à l'un des cas suivants : une réaction exothermique, une réaction endothermique ou une réaction athermique.

Montrer que le réarrangement moléculaire impliqué dans toute réaction chimique n'est pas énergétiquement neutre (C3).

Pour une réaction chimique donnée, l'élève montre que la variation d'enthalpie n'est pas nulle (en calculant par exemple la différence entre l'énergie des liaisons au sein des produits et au sein des réactifs).

Analyser une situation de la vie courante sous l'angle thermodynamique (par exemple, choisir un combustible selon sa capacité ou son pouvoir calorifique) (T2).

À partir de différents documents (table du pouvoir calorifique des combustibles, prix, moyens d'approvisionnement, quantité de CO₂ libérée, ...), l'élève détermine le choix du combustible le plus approprié dans une situation donnée.

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Trame notionnelle

La vitesse d'une réaction chimique

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
	Facteurs influençant la vitesse d'une réaction. Catalyseur.	UAA8 : combustion.

Remarque

Pour T4, un phénomène chimique décrivant une combustion peut être choisi. T4 sera alors envisagé plutôt dans le cadre de l'UAA8 (Partie II), lorsque l'élève aborde les réactions de combustion.

Il en est de même pour C7 et pour la seconde partie de T3

Développements attendus

La vitesse d'une réaction chimique

Classer des phénomènes de la vie courante, des applications industrielles, des phénomènes biochimiques ou écologiques selon leur vitesse de réaction (C4).

L'élève ordonne de manière qualitative diverses réactions chimiques selon leur vitesse de réaction dans des conditions expérimentales données (température, pression, quantité de matière, ...) et propose une classification (réaction rapide, réaction lente ou réaction très lente) de ces différentes réactions.

Décrire les facteurs influençant la vitesse d'une réaction (C5).

L'élève identifie, sur base d'une recherche expérimentale ou de documents, des facteurs (température, concentrations initiales en réactifs, catalyseur, ...) pouvant influencer la vitesse d'une réaction et précise dans quel sens s'exerce cette influence.

Expliquer le rôle d'un catalyseur au travers de phénomènes de la vie courante (exemples : pot catalytique – enzyme) (C6).

À partir de documents décrivant un phénomène faisant intervenir un catalyseur (par exemple concernant le pot catalytique ou l'action d'une enzyme), l'élève identifie les principales caractéristiques d'un catalyseur : il augmente la vitesse de la réaction tout en se retrouvant inchangé en fin de réaction et il est spécifique pour une réaction donnée.

Comparer la cinétique de différentes réactions de combustion (de lente à explosive) (C7).

L'élève montre que la nature des réactifs mis en présence ainsi que les conditions expérimentales ont une influence directe sur la rapidité de l'évolution d'une réaction de combustion.

Analyser une situation de la vie courante sous l'angle cinétique par exemple : expliquer pourquoi le frigo permet une meilleure conservation des aliments ; expliquer pourquoi une buche brûle moins vite que la même quantité de bois sous forme de brindilles (T3).

L'élève cite une situation de la vie courante où intervient la cinétique. Il explicite comment les facteurs cinétiques (la température, l'utilisation d'un catalyseur, la quantité de matière) sont utilisés pour maîtriser la vitesse d'une transformation chimique. Il explique par exemple pourquoi le frigo permet une meilleure conservation des aliments ou pourquoi une buche brûle moins vite que la même quantité de bois sous forme de brindilles.

Décrire un phénomène chimique en distinguant les aspects thermodynamique et cinétique (T4).

Pour un phénomène chimique donné, l'élève relève les caractéristiques liées aux transferts de chaleur et celles liées à la vitesse de la réaction.

Cette UAA fait prendre conscience à l'élève que la majorité des réactions chimiques sont incomplètes et limitées à un équilibre. Dans de nombreuses situations, les chimistes souhaitent modifier cet état d'équilibre afin de maximiser le rendement de la réaction. L'élève découvrira comment favoriser la formation des produits pour améliorer le rendement de la réaction.

Trame notionnelle

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA6 (Partie I) : effet thermique d'un phénomène chimique. Mathématiques : résolutions d'équations du second degré.	Désordre. Loi de Guldberg et Waage. Loi de Le Chatelier. Réactions complètes et limitées à un équilibre. C_A et $[A]$. K_c , K_p .	UAA8 (Partie II) : la réaction d'estéification. UAA10 : les réactions acide-base et les réactions d'oxydo-réduction.

Remarques

- Concernant le désordre, ne pas parler des notions d'entropie et d'énergie libre.
- Concernant les constantes d'équilibre K_c et K_p ne pas démontrer la relation qui les lie.
- Le terme « réaction réversible » est utilisé pour qualifier une réaction chimique qui atteint un équilibre dynamique.
- Pour A2 et A4, l'utilisation de la constante d'équilibre K_p est facultative.

Savoir-faire disciplinaires

- Extraire des informations dans une table de données thermodynamiques.
- Utiliser une équation du 1^{er} ou du 2^e degré pour résoudre un exercice d'équilibre chimique.
- Respecter un protocole expérimental permettant d'identifier la réversibilité d'un phénomène chimique.

UAA7. Les équilibres chimiques

Fourchette horaire : entre 10 et 12 périodes

Compétences à développer

Prévoir le sens d'évolution d'une réaction réversible.

Résoudre des problèmes d'équilibre chimique.

Développements attendus

Distinguer expérimentalement un phénomène chimique réversible d'un phénomène chimique irréversible (C1).

À partir de l'observation de différentes transformations chimiques, l'élève identifie des critères et les utilise pour distinguer un phénomène chimique irréversible (par exemple la réaction complète entre le magnésium et l'acide chlorhydrique) d'un phénomène chimique réversible (par exemple la réaction équilibrée entre NO_2 et N_2O_4).

Expliquer pourquoi certaines réactions chimiques sont réversibles et d'autres pas (A1).

L'élève explicite que le caractère réversible ou complet d'une réaction est lié à la conjonction de deux facteurs : la variation de l'enthalpie de la réaction et la variation du désordre moléculaire.

Calculer la constante d'équilibre K_c ou K_p associée à une transformation chimique (A2).

À partir d'un ensemble de données expérimentales caractérisant une transformation chimique ayant abouti à un état d'équilibre, l'élève utilise la loi de Guldberg et Waage afin de déterminer la valeur de la constante d'équilibre de concentration (K_c) ou de pression (K_p) de la réaction.

Utiliser une table des constantes d'équilibre pour distinguer une réaction complète d'une réaction limitée à un équilibre (A3).

Disposant d'une liste de valeurs de constantes d'équilibre, l'élève distingue les réactions complètes des réactions limitées à un équilibre, un K_c supérieur ou égal à 10^3 permettant d'identifier une réaction complète.

Prévoir la concentration d'une espèce chimique présente dans un milieu réactionnel en équilibre en utilisant la valeur de la constante d'équilibre K_c ou K_p associée (A4).

L'élève utilise la loi de Guldberg et Waage afin de calculer les concentrations à l'équilibre $[A]$ au départ de la constante d'équilibre et des concentrations engagées C_A .

À partir d'expériences, induire la loi de Le Chatelier (C2).

À partir d'activités expérimentales, l'élève met en évidence trois facteurs (concentration, température, pression) susceptibles de modifier l'état d'équilibre chimique et il explicite l'influence de chacun de ces facteurs sur un système chimique donné. Il énonce la loi de Le Chatelier sur la base de ses observations.

Prévoir le sens spontané d'évolution suite à une perturbation (incluant des variations de pression, de concentration et de température) d'une réaction initialement en équilibre (A5).

Un équilibre chimique étant perturbé par une variation de pression, de concentration ou de température, l'élève prévoit le sens spontané de déplacement de l'équilibre en appliquant la loi de Le Chatelier.

Expliquer l'évolution d'une situation concrète sur base du principe de Le Chatelier (par exemple caisson hyperbare, stages en altitude, synthèse industrielle de l'ammoniac...) (T1).

Pour une situation concrète donnée (par exemple : caisson hyperbare, stages en altitude, synthèse industrielle de l'ammoniac), l'élève en explique l'évolution en appliquant la loi de Le Chatelier.

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Cette partie II de l'UAA8 développe la réactivité de certaines molécules organiques et permet de cette façon d'envisager une gestion responsable des matières premières.

Trame notionnelle

Les réactions de combustion

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA5 : les liaisons chimiques. UAA8 (Partie I) : les molécules en chimie organique. UAA6 (Partie I) : thermodynamique d'une réaction chimique.	Combustible, comburant, combustion. <i>Capacité calorifique (exprimée en kJ/K) et chaleur massique d'une substance (kJ/kg.K).</i> Pouvoir calorifique d'une substance (kJ/kg ou kJ/mol). Enthalpies de formation, énergies de liaison.	UAA9 (biologie) : les impacts de l'homme sur les écosystèmes. UAA8 (physique) : rendement d'une transformation d'énergie.

Remarque

Pour chaque réaction chimique rencontrée, il est intéressant que l'élève en dresse le profil complet de réaction (voir page [61](#)).

Savoir-faire disciplinaires

- Extraire des informations dans une table de pouvoirs calorifiques, de températures d'ébullition, de solubilité.
- Appliquer un protocole expérimental en respectant des consignes de sécurité spécifiques à la chimie organique.

UAA8. La molécule en chimie organique

Partie II. La réactivité en chimie organique

Fourchette horaire : entre 10 et 14 périodes

Compétences à développer

Évaluer l'importance des substances organiques dans l'environnement quotidien du consommateur responsable.

Décrire des spécificités de la chimie du carbone.

Développements attendus

Les réactions de combustion

Décrire un phénomène de combustion (C4).

L'élève cite les caractéristiques principales d'un phénomène de combustion, à savoir :

- les conditions nécessaires à une combustion (triangle du feu) ;
- l'écriture et la pondération de la réaction de combustion ;
- les différents types de combustion.

Retracer les étapes du processus industriel qui permet de produire des carburants automobiles (C5).

À partir de documents, l'élève explicite les principales étapes qui conduisent à la production des carburants automobiles : l'extraction du pétrole brut et son raffinage (distillation fractionnée, craquage des hydrocarbures lourds, ...).

À l'aide des pouvoirs calorifiques, comparer l'énergie libérée par une masse identique de différents combustibles (en se référant à une unité commune comme la TEP) (A2).

Après avoir converti en une même unité (TEP, MJ/kg, ...) les pouvoirs calorifiques de différents combustibles, l'élève compare les valeurs obtenues pour une masse identique afin de déterminer le plus performant.

Calculer l'énergie libérée par la combustion d'un alcane à partir :

- de tables d'enthalpie de formation ;
 - des énergies de liaison
- et comparer les résultats obtenus (T2).

À partir de tables d'énergies de liaison et des formules développées des réactifs et des produits de la combustion d'un alcane, l'élève calcule l'énergie libérée par cette combustion.

De même, l'élève calcule l'énergie libérée à partir des tables d'enthalpies standard de formation. Il compare alors les deux résultats obtenus.

Comparer les quantités de dioxyde de carbone produites par différents combustibles pour une même quantité d'énergie libérée (A4).

Pour une même quantité d'énergie libérée par des combustibles différents, l'élève détermine le combustible qui dégage le moins de dioxyde de carbone.

Mener une recherche documentaire pour identifier des arguments scientifiques permettant de gérer sa consommation énergétique domestique (T3).

En tant que citoyen responsable, l'élève s'informe et développe des arguments scientifiques afin d'orienter ses choix quotidiens quant à la gestion de sa consommation personnelle d'énergie.

Trame notionnelle

La saponification et l'estérification

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA1 (biologie) : les lipides dans l'alimentation. Digestion. UAA7 : l'équilibre chimique. UAA8 (Partie I) : les molécules en chimie organique.	Micelle. Saponification. Estérification.	

Remarque

Pour chaque réaction chimique rencontrée, il est intéressant que l'élève en dresse le profil complet de réaction (voir page [61](#)).

Développements attendus

La saponification et l'estérification

Fabriquer un savon (A4).

L'élève prépare un savon à partir d'un lipide (réaction de saponification).

Expliquer le mode d'action d'un savon (C8).

L'élève explicite à l'aide de schémas le pouvoir détergent d'un savon à partir des caractères hydrophile et hydrophobe de l'anion libéré lorsque les molécules de savon se dissocient dans l'eau.

Mener une expérience d'estérification et déduire l'équation chimique à partir d'observations et de la nature des réactifs (T4).

L'élève synthétise un ester en dressant les différents profils de ce phénomène comme le suggèrent les conseils didactiques de la page 61.

Comparer estérification et saponification (T5).

Sur base d'informations diverses (les procédés industriels mis en œuvre, les aspects historiques et économiques, l'usage des produits, ...), l'élève dresse un tableau comparatif des phénomènes d'estérification et de saponification.

6.3. La chimie en 6^e année

Les matières synthétiques occupent une place importante dans notre environnement quotidien. Cette UAA va permettre à l'élève de découvrir les méthodes de production de quelques polymères synthétiques, d'étudier leurs nombreuses applications, et de prendre conscience de la nécessité de les recycler pour limiter leur impact sur notre environnement.

Trame notionnelle

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA5 : les liaisons covalentes. UAA8 (Partie I) : la molécule en chimie organique. UAA3 (biologie) : les macromolécules organiques.	Alcène. Monomère, polymère. Amine, amide. Acide aminé. Liaison peptidique. Protéine. Pictogramme d'identification des polymères.	UAA8 (biologie) : la synthèse des protéines. UAA9 (biologie) : l'empreinte écologique.

Remarques

- Le professeur titulaire du cours en 5^e année aura peut-être abordé les notions d'alcène, d'amine, d'amide et d'acide aminé.
- Il peut être intéressant de comparer les synthèses *in vivo* et *in vitro* des protéines (voir par exemple <http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/les-acides-amin%C3%A9s-et-la-synth%C3%A8se-peptidique>, page consultée le 22 juin 2016).

UAA9. La macromolécule en chimie organique

Fourchette horaire : entre 13 et 15 périodes

Compétence à développer

Évaluer l'importance des macromolécules dans notre environnement.

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Développements attendus

Décrire le principe d'une réaction de polymérisation d'un alcène sans spécifier le mécanisme (C1).

Sans entrer dans les détails du mécanisme de la réaction, l'élève explicite comment obtenir un polymère par réaction d'addition d'un seul type de monomère (par exemple : éthylène, propylène, chlorure de vinyle).

Décrire des macromolécules synthétiques obtenues par polymérisation (C2).

À partir de différents objets « en matière synthétique » de notre environnement quotidien, l'élève identifie et décrit le polymère utilisé (monomère, formule chimique du polymère, symbole, ...).

Mener une recherche permettant de classer les polymères selon leurs propriétés physiques (par exemple : thermoplastique, thermodurcissable, élastomère, ...) (T1).

Par une recherche documentaire et/ou la réalisation de tests expérimentaux, l'élève utilise les propriétés physiques (par exemple : densité, comportement suite à l'action de la chaleur ou suite à un étirement) de polymères pour en proposer un classement.

Décrire la diversité des polymères synthétiques à partir des pictogrammes d'identification (C3).

L'élève observe divers objets en matière plastique de son environnement quotidien et utilise les pictogrammes d'identification pour en déduire le polymère utilisé. Il décrit les principales propriétés de celui-ci afin d'expliquer l'usage qui en est fait.

Mettre en évidence l'impact positif des polymères synthétiques sur notre société (T2).

L'élève mène une recherche sur les différentes applications des polymères synthétiques dans divers domaines (chirurgie, dentisterie, construction, industrie textile, emballages, multimédia, ...) et en évalue l'impact positif (prothèses et implants biocompatibles, pâtes dentaires, plastiques dégradables, Kevlar, ...).

Expliquer un processus de recyclage des matières plastiques (T3).

Par l'analyse de documents, une visite d'un centre de tri, ..., l'élève décrit les principales étapes d'un processus de recyclage des matières plastiques.

Décrire la synthèse chimique des protéines et la liaison peptidique (C4).

L'élève écrit les formules développées de deux acides aminés. Il repère la fonction amine ainsi que la fonction carboxylique. L'élève décrit ensuite la manière dont se réalise la liaison peptidique entre ces deux acides aminés et retrace de manière simple les différentes étapes nécessaires à la synthèse chimique d'un peptide donné.

Dans cette UAA, l'élève utilise les notions et les compétences développées au cours de son parcours scolaire, afin de comprendre et de distinguer les grandes classes de réactions qui interviennent dans son quotidien.

Trame notionnelle

Les réactions acide-base

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA2 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Décrire une réaction entre un acide et une base selon le modèle d'Arrhenius. ▪ Observation macroscopique d'une réaction de neutralisation. ▪ Les fonctions chimiques. ▪ Indicateur coloré. UAA4 : la réaction entre une source calcaire et un acide produit du dioxyde de carbone. UAA7 : l'équilibre chimique. Mathématiques : logarithmes en base 10	Acide et base de Brönsted. Autoprotolyse de l'eau. pH. Couple acide/base, pK_a . Titrage, titrant, titré. Indicateur. Point d'équivalence.	

Savoir-faire disciplinaires

- Extraire des informations d'une table de pK_a (couples acide-base).
- Extraire des informations (valence, état d'oxydation, masse atomique relative, électronégativité) du tableau périodique des éléments.
- Déterminer la charge d'un ion à l'aide du tableau périodique des éléments.
- Tracer un graphique $pH = f(V)$.
- Respecter un protocole expérimental caractéristique de la chimie.

UAA10. Les réactions avec transfert : les réactions acide-base et d'oxydo-réduction

Fourchette horaire : entre 32 et 36 périodes

Compétences à développer

Décrire, expliquer et prévoir un phénomène chimique relevant d'une réaction de transfert à l'aide de modèles scientifiques.

Décrire une réaction acide-base comme un transfert de protons, une oxydo-réduction comme un transfert d'électrons.

Développements attendus

Les réactions acide-base

Modéliser une réaction acide-base selon Brönsted et comparer avec le modèle d'Arrhenius (C1).

L'élève reconnaît le caractère acide ou basique de substances non dissoutes dans l'eau (exemples : HCl (g) et NH₃ (g)). L'élève modélise la réaction acide-base comme étant une réaction se déroulant grâce à un simple transfert de protons de l'acide vers la base (modèle de Brönsted) et en déduit que la définition d'un acide et d'une base selon la théorie d'Arrhenius est insuffisante.

Décrire et illustrer les caractéristiques de l'échelle de pH (C2).

L'élève applique la définition d'un acide et d'une base au cas de l'eau. Il écrit la réaction d'autoprotolyse de l'eau et apprend la valeur du produit ionique de l'eau à 25°C (K_w). Il définit le pH. Il représente l'échelle de pH (de 0 à 14) et relie la valeur maximale au K_w . Il délimite au moyen d'exemples de la vie courante (jus de citron, lait, eau minérale, ...) les zones correspondant au caractère acide/neutre/basique des solutions.

Calculer le pH d'une solution d'acide fort, d'acide faible, de base forte (A1).

À partir de la recherche de la concentration à l'équilibre en ions H₃O⁺ ou à partir des formules de pH valables pour les solutions aqueuses diluées, l'élève détermine le pH d'une solution.

Associer le pH d'un milieu présent dans l'environnement de l'élève (par exemple : boissons, engrains, piscines, milieux biologiques, ...) à certains comportements et à certaines propriétés de ce milieu (T1).

À partir d'une recherche documentaire ou d'une recherche expérimentale, l'élève détermine le pH d'un milieu (piscine, mare, terrain de culture, ...) ou d'une substance (boissons, engrains, ...). Il identifie les conséquences liées au caractère acido-basique mis en évidence et explicite certains comportements à adopter (par exemple pour la protection de la santé ou de l'environnement).

Construire et traiter des tableaux, tracer des courbes de titrage d'un monoacide en vue de déterminer l'indicateur à utiliser et la concentration du titré (A2).

Au cours d'une activité expérimentale et en reportant les résultats obtenus dans des tableaux et sur des graphiques, l'élève étudie la variation du pH lors du titrage d'un monoacide donné (HCl, CH₃COOH, ...) par une base forte (par exemple NaOH) en vue de justifier le choix de l'indicateur coloré le plus adéquat. Il détermine ensuite, de la manière la plus adéquate, la concentration de l'acide monofonctionnel titré.

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Développements attendus

Élaborer un protocole et mener une expérience permettant de doser un composé à l'aide d'un titrage (acide-base) (T2).

Afin de déterminer expérimentalement la quantité d'une substance (acide ou base) présente dans une solution (par exemple : la teneur en hydroxyde de sodium dans un déboucheur ménager, la teneur en acide acétique dans un vinaigre commercial), l'élève élaborer et met en œuvre un mode opératoire permettant de titrer cette substance.

Utiliser une échelle des K_a afin de prédire le sens d'évolution de réactions chimiques (A3).

À partir de documents et d'une table des valeurs de K_a et/ou de pK_a de quelques acides, l'élève repère le caractère acido-basique de quelques substances utilisées dans la vie courante (détartrants, correcteurs d'acidité, ...) afin de prédire le sens de la réaction.

Utiliser une échelle des K_a pour interpréter des situations de la vie courante (par exemple : les correcteurs d'acidité) (A4).

À partir de documents et d'une table des valeurs de K_a et/ou de pK_a de quelques acides, l'élève repère le caractère acido-basique de quelques substances utilisées dans la vie courante (détartrants, correcteurs d'acidité, ...) afin d'en justifier les usages.

Utiliser une échelle des K_a pour prévoir des phénomènes de la vie courante, des processus industriels, des phénomènes naturels, ... (T3).

À partir de documents et d'une table des valeurs de K_a et/ou de pK_a de quelques acides, l'élève repère le caractère acido-basique d'une substance afin d'en prévoir les effets dans une situation donnée (la chaux sur un sol acide, un sel d'ammonium sur un sol basique, un cola à base d'acide phosphorique, les excipients présents dans un médicament effervescent, ...).

Trame notionnelle

Les réactions d'oxydo-réduction

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA1 <ul style="list-style-type: none">▪ Distinguer un métal d'un non-métal.▪ Prévoir la charge attendue de l'ion correspondant.	État d'oxydation. Oxydant, réducteur. Oxydation, réduction. Couple oxydant/réducteur. Table de potentiels. Pile, accumulateur, pile à combustible. Électrode, anode, cathode. Pont électrolytique.	
UAA2 <ul style="list-style-type: none">▪ Réaction entre un acide et un métal▪ L'électrolyse de l'eau		
UAA5 : valence, masse atomique relative, électronégativité.		

Savoir-faire disciplinaires

- Extraire des informations dans une table (potentiel d'oxydo-réduction).
- Extraire des informations (valence, état d'oxydation, masse atomique relative, électronégativité) du tableau périodique des éléments.
- Déterminer la charge d'un ion à l'aide du tableau périodique des éléments.
- Respecter un protocole expérimental caractéristique de la chimie.

Développements attendus

Les réactions d'oxydo-réduction

Décrire un phénomène de corrosion comme une oxydo-réduction (C3).

Après avoir observé et traduit en équations chimiques des réactions d'oxydo-réduction simples (dont l'un des réactifs est un métal), l'élève repère par analogie que, dans un phénomène de corrosion, il y a un transfert d'électrons. Il identifie l'oxydant et le réducteur dans les réactifs, ainsi que l'oxydant et le réducteur conjugués dans les produits.

Mener des expériences permettant de construire une échelle relative de potentiels d'oxydo-réduction des métaux (cuivre, zinc, fer) (T4).

L'élève réalise et observe la réaction entre un métal et des solutions de sels d'autres métaux. Il détermine ensuite la force relative de ces métaux et établit un classement des métaux selon leur pouvoir réducteur.

Déterminer l'état d'oxydation d'un atome constitutif d'une molécule ou d'un ion (A5).

L'élève détermine l'état d'oxydation d'un atome dans une molécule ou dans un ion en utilisant :

- soit la formule de structure faisant apparaître les liaisons dans le composé ;
- soit les règles adéquates concernant le calcul du nombre d'oxydation d'un élément.

Utiliser les états d'oxydation pour pondérer une équation d'oxydo-réduction en milieu neutre et acide (A6).

L'élève détermine l'état d'oxydation d'un élément constitutif d'une molécule ou d'un ion dans un couple redox. Il écrit les équations d'oxydation et de réduction en milieu neutre ou en milieu acide et en déduit l'équation-bilan.

Utiliser une table de potentiels d'oxydo-réduction afin de prédire le sens d'évolution de réactions chimiques (A7).

Suivant la position du couple redox dans le tableau des potentiels d'oxydo-réduction, l'élève identifie la force relative des oxydants et des réducteurs. Il prévoit le sens de la réaction d'oxydo-réduction.

Élaborer un protocole et mener une expérience permettant de doser un composé à l'aide d'un titrage (acide-base ou oxydo-réducteur) (T5).

Afin de déterminer expérimentalement la quantité d'une substance (oxydant ou réducteur) présente dans une solution (par exemple : la teneur en vitamine C dans un jus d'orange, la teneur en SO₂ dans un vin blanc), l'élève adapte et met en œuvre un mode opératoire (par exemple : titrage iodométrique, titrage manganimétrique).

Développements attendus

Les réactions d'oxydo-réduction

Utiliser une table de potentiels d'oxydo-réduction pour interpréter des situations de la vie courante (par exemple : l'anodisation, la galvanoplastie) (A8).

L'élève explicite, à l'aide d'une table de potentiel d'oxydo-réduction, quelques applications usuelles mettant en jeu des réactions d'oxydo-réduction (par exemple : l'anodisation, la galvanoplastie).

Expliquer le fonctionnement d'une pile, d'un accumulateur et d'une pile à combustible à partir de la réaction d'oxydo-réduction (C4).

L'élève repère les transformations d'énergie dans des piles ou des accumulateurs. Il écrit la réaction chimique associée, il schématisé le dispositif et indique le mouvement des charges (électrons et ions de l'électrolyte).

Comparer l'électrolyse de l'eau et le fonctionnement de la pile à combustible (T6).

L'élève repère les transformations d'énergie, le sens de la réaction chimique et les applications relatives à ces deux exemples.

Utiliser une table de potentiels d'oxydo-réduction pour prévoir des phénomènes de la vie courante, des processus industriels, des phénomènes naturels, ... (T7).

À l'aide d'une recherche documentaire portant sur divers exemples (eau de Javel, eau oxygénée, transformation du vin en vinaigre, respiration, ...), l'élève décrit l'utilisation d'oxydants et de réducteurs de la vie courante. En utilisant une table de potentiels d'oxydo-réduction, il prévoit les réactions dont ils sont l'objet.

6.4. Situations d'apprentissage

Situation 1. Comment fonctionne un produit pour lentilles ? (UAA6)

DÉVELOPPEMENTS ATTENDUS PRINCIPALEMENT VISÉS

Décrire les facteurs influençant la vitesse d'une réaction (C5).

L'élève identifie, sur base d'une recherche expérimentale ou de documents, des facteurs (température, concentrations initiales en réactifs, catalyseur, ...) pouvant influencer la vitesse d'une réaction et précise dans quel sens s'exerce cette influence.

Expliquer le rôle d'un catalyseur au travers de phénomènes de la vie courante (C6).

À partir de documents décrivant un phénomène faisant intervenir un catalyseur (par exemple concernant le pot catalytique ou l'action d'une enzyme), l'élève identifie les principales caractéristiques d'un catalyseur : il augmente la vitesse de la réaction tout en se retrouvant inchangé en fin de réaction et il est spécifique pour une réaction donnée.

Analyser une situation de la vie courante sous l'angle cinétique par exemple : (T3)

- Expliquer pourquoi le frigo permet une meilleure conservation des aliments
- Expliquer pourquoi une buche brûle moins vite que la même quantité de bois sous forme de brindilles.

L'élève cite une situation de la vie courante où intervient la cinétique. Il explicite comment les facteurs cinétiques (la température, l'utilisation d'un catalyseur, la quantité de matière) sont utilisés pour maîtriser la vitesse d'une transformation chimique. Il explique par exemple pourquoi le frigo permet une meilleure conservation des aliments ou pourquoi une buche brûle moins vite que la même quantité de bois sous forme de brindilles.

ÉNONCÉ DE LA SITUATION

Ce weekend, je suis allée dormir chez Marie. J'étais tellement impatiente d'aller chez elle que j'ai oublié l'étui dans lequel je place mes lentilles de contact. J'ai donc voulu les nettoyer dans un verre d'eau. Le matin, lorsque j'ai voulu les remettre, mes yeux ont tout de suite piqué et j'ai dû immédiatement retirer mes lentilles et rincer mes yeux à l'eau. C'était la première fois que cela arrivait ! Comme j'avais cours de chimie le lundi matin, j'en ai parlé à mon professeur pour savoir quelles étaient les raisons.

Le professeur nous a alors suggéré les tâches suivantes.

TÂCHES À RÉALISER

- 1°/ Quelle est la composition du produit que j'utilise pour désinfecter mes lentilles ?
- 2°/ Quelle est la substance qui est présente dans l'étui et qui n'apparaît pas dans un verre ?
- 3°/ Quelles expériences pouvons-nous réaliser pour montrer le rôle de cette substance ?
- 4°/ Existe-t-il d'autres méthodes pour aboutir au même résultat ?
- 5°/ Quel est le concept plus général qui explique le rôle joué par cette substance ?

SUGGESTIONS POUR LE PROFESSEUR

Permettre la réflexion de l'élève :

- en donnant une boîte comprenant l'étui à lentilles et la solution nettoyante (par exemple AOSEPT) ;
- en donnant les caractéristiques de l'eau oxygénée et la réaction de dismutation ainsi que l'explication de son action antiseptique ;
- en faisant réaliser les expériences suivantes qui lui permettront de répondre aux questions suivantes : qu'est-ce qu'un catalyseur ? quelles sont les caractéristiques des catalyseurs ?



PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Vérifier expérimentalement différentes méthodes permettant d'accélérer la réaction de décomposition du peroxyde d'hydrogène.

Préparer quatre tubes à essais remplis à moitié d'eau oxygénée à 10 volumes. Les numérotter de 1 à 4. Le tube n°1 sera le tube témoin.



Ajouter dans les tubes à essais :

Tubes	1	2	3	4
Élément à ajouter	Rien à ajouter (tube témoin)	Roue dentée recouverte de platine	Un morceau de navet écrasé ou un morceau de foie (contenant une enzyme la catalase)	5 ml de solution de chlorure de fer III ou sulfate de fer III à $c = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$

Ces expériences permettront de définir un catalyseur et de les classer selon divers critères.

SÉCURITÉ

La réalisation d'expériences en particulier en chimie suppose le respect d'un certain nombre de règles permettant à chacun, élèves et professeur, de vivre ces séances de laboratoire dans les meilleures conditions de sécurité.

Pour chaque local où se déroulent de telles expériences, existe un règlement de laboratoire, approuvé par le Conseiller en Prévention. Il sera signé par le chef d'établissement, le professeur, l'élève et ses parents/responsables.

Chaque élève a une bonne connaissance de ce document.

Note concernant l'usage des substances proposées

Manipuler des substances chimiques n'est pas un geste anodin. S'informer des propriétés des substances et des risques qu'elles peuvent entraîner est une étape essentielle à mener en amont de toute manipulation. Étant donné le danger potentiel lié à l'utilisation des substances chimiques mentionnées dans cette situation, certaines précautions doivent être prises pour assurer la sécurité des élèves du 3^e degré lors de cette manipulation.

L'eau oxygénée est associée aux pictogrammes suivants, lorsqu'elle est concentrée.



Pour des concentrations proches de 10 %, les 2 premiers pictogrammes sont d'application.

L'eau oxygénée est une substance :

- nocive en cas d'ingestion ;
- nocive par inhalation ;
- qui provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves ;
- qui peut provoquer un incendie ou une explosion (comburant puissant lorsqu'elle est concentrée).

Cette substance est donc à manipuler avec précaution, en utilisant gants et lunettes de protection.

Analyse de risques

PHASES	POINTS-CLÉS	SOURCES DE DANGER NATURE DU RISQUE	MESURES DE PRÉVENTION PRÉCONISÉES
AVANT (PROFESSEUR)	Organisation de la classe	Déplacement des élèves	Afin de limiter les déplacements, installer des postes de travail avec tout le matériel nécessaire pour le groupe.
PENDANT (PROFESSEUR ET ÉLÈVES)		La manipulation de l'eau oxygénée concentrée est dangereuse et provoque de graves brûlures.	L'eau oxygénée doit être manipulée en utilisant des gants et des lunettes de protection. Une solution plus diluée, telle qu'on la trouve dans les grandes surfaces convient tout à fait.
APRÈS (PROFESSEUR ET ÉLÈVES)	/		

Remarque

En 6^e année, cette expérience peut être reprise dans l'UAA10 : la réaction d'oxydo-réduction.

DÉVELOPPEMENTS ATTENDUS PRINCIPALEMENT VISÉS

Utiliser les états d'oxydation pour pondérer une équation d'oxydoréduction en milieu neutre et acide (A6).

L'élève détermine l'état d'oxydation d'un élément constitutif d'une molécule ou d'un ion dans un couple redox. Il écrit les équations d'oxydation et de réduction en milieu neutre ou en milieu acide et en déduit l'équation-bilan.

Élaborer un protocole et mener une expérience permettant de doser un composé à l'aide d'un titrage oxydo-réducteur (T5).

Afin de déterminer expérimentalement la quantité d'une substance (oxydant ou réducteur) présente dans une solution (par exemple : la teneur en vitamine C dans un jus d'orange, le SO₂ dans un vin blanc, eau oxygénée), l'élève adapte et met en œuvre un mode opératoire (par exemple : titrage iodométrique, titrage manganimétrique).

ÉNONCÉ DE LA SITUATION

Lorsqu'on verse le produit de décontamination pour lentilles dans l'étui, on observe un dégagement. Quelles en sont les raisons ? Quel est le mode d'action du décontaminant ?

DONNÉES

Formule du constituant actif : H₂O₂ (peroxyde d'hydrogène).

L'activité met en jeu les couples oxydant/réducteur suivants :



H₂O₂ appartient à deux couples oxydant/réducteur : H₂O₂/H₂O et O₂/H₂O₂.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BESNARD, V., et al., *Physique Chimie 2de*, Hachette éducation, 2000.

TOMASINO, A., et al., *Chimie TermS*, Nathan, 1999.

http://www.edu.gov.mb.ca/m12/frpub/ped/sn/chimie_40s/docs/reg_3.pdf,
consulté le 20 mai 2015.

<http://tspierrouge.e-monsite.com/medias/files/catalyse-tp.docx>,
consulté le 27 octobre 2016.

Situation 2. La corrosion des métaux (UAA10)

DÉVELOPPEMENT ATTENDU PRINCIPALEMENT VISÉ

Décrire un phénomène de corrosion comme une oxydo-réduction (C3).

Après avoir observé et traduit en équations chimiques des réactions d'oxydo-réduction simples (dont l'un des réactifs est un métal), l'élève repère par analogie que, dans un phénomène de corrosion, il y a un transfert d'électrons. Il identifie l'oxydant et le réducteur dans les réactifs ainsi que l'oxydant et le réducteur conjugués dans les produits.

ÉNONCÉ DE LA SITUATION

La corrosion des métaux engendre un ensemble de problèmes dont le cout global est estimé à 2 % du produit brut mondial. Les phénomènes de corrosion engendrent des problèmes au quotidien et sont aussi responsables de catastrophes.

Il s'agit d'abord de se rendre compte de l'importance de ces phénomènes, puis d'en comprendre le processus à l'aide d'une modélisation en laboratoire.

SUGGESTIONS POUR LE PROFESSEUR

Mettre des documents à disposition des élèves (voir ci-dessous).

Les élèves peuvent alors se rendre compte que ce phénomène de corrosion est à l'œuvre dans des phénomènes variés se rapportant à

- un problème de société (le naufrage de l'Erika) ;
- un problème quotidien (les outils du jardin rouillent) ;
- une expérience de laboratoire (oxydation de quelques métaux) ;
- une réaction chimique (les atomes de fer s'oxydent) ;
- une équation chimique¹² ($4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Fe}_2\text{O}_3$).

Faire réaliser par les élèves des expériences pour reproduire le phénomène en laboratoire :

- oxydation de métaux dans l'eau et identification des ions ;
- combustion des métaux et identification des oxydes.

Cette deuxième série d'expériences nécessitera une prise de conscience des risques et la prise en compte de dispositifs de sécurité particuliers.

L'interprétation des observations amène les élèves à modéliser la réaction et s'approprier les concepts de nombre d'oxydation, oxydant, réducteur, réaction d'oxydo-réduction. On peut leur proposer comme activité de réaliser un schéma heuristique (mindmap, carte conceptuelle, ...) résumant la séquence.

¹² Dans les faits, c'est un mélange d'oxydes (Fe_2O_3 , FeO , Fe_3O_4) qui forme la rouille.

Sécurité

La réalisation d'expériences en particulier en chimie suppose le respect d'un certain nombre de règles permettant à chacun, élèves et professeur, de vivre ces séances de laboratoire dans les meilleures conditions de sécurité.

Pour chaque local où se déroulent de telles expériences, existe un règlement de laboratoire, approuvé par le Conseiller en Prévention. Il sera signé par le chef d'établissement, le professeur, l'élève et ses parents/responsables.

Chaque élève a une bonne connaissance de ce document.

Analyse de risques

PHASES	POINTS-CLÉS	SOURCES DE DANGER NATURE DU RISQUE	MESURES DE PRÉVENTION PRÉCONISÉES
AVANT (PROFESSEUR)	Organisation de la classe	Les déplacements des élèves.	Afin de limiter les déplacements, installer des postes de travail avec tout le matériel nécessaire pour le groupe.
PENDANT (PROFESSEUR ET ÉLÈVES)	Combustion du soufre Combustion du magnésium	Lors de la combustion du soufre, des fumées seront produites. Brûlures. La combustion du magnésium provoque une lumière blanche intense et la production de rayons UV.	Réaliser les expériences sous la hotte. Porter des lunettes de soleil anti UV.
APRÈS (PROFESSEUR ET ÉLÈVES)	Évacuation des déchets et nettoyage du laboratoire		Stocker dans un conteneur prévu pour ce type de solutions. Les évacuer selon les normes.

DOCUMENTS

Naufrage de l'Erika au large des côtes de Bretagne en 2005

http://www.actu-environnement.com/ae/news/Erika_fin_proces_appel_paris_8884.php4
consulté le 25 janvier 2017.

Le procès en appel du naufrage de l'Erika, ouvert depuis le 5 octobre à Paris, s'achève ce mercredi 18 novembre, après sept semaines d'audience.

Le naufrage de ce pétrolier il y a dix ans avait, rappelons-le, provoqué le déversement de plus de 20.000 tonnes de fioul qui avaient souillé 400 kilomètres de côtes en Bretagne et mazouté plus de 150.000 oiseaux. Total, l'affréteur de l'Erika, avait été condamné en janvier 2008, à 375.000 euros pour "faute d'imprudence", tout comme la société italienne Rina. Le propriétaire du navire et son gestionnaire avaient de leur côté été condamnés à 75.000 euros pour "faute caractérisée".

Selon l'AFP, Total, accusé d'imprudence, maintient que la corrosion de l'Erika constituait un "vice caché" que ses propres contrôles ne pouvaient révéler, et rejette la responsabilité sur Rina, qui a délivré les certificats de navigabilité. Or, le parquet général a requis le 10 novembre la confirmation des peines d'amende maximales infligées en première instance pour Total, Rina (375.000 euros chacune), MM. Savarese et Pollara (75.000 euros chacun). Il a également demandé une amende de 375.000 euros pour une filiale de Total relaxée en première instance, Total Petroleum Services (TPS), "l'affréteur de fait de l'Erika".

Le parquet général a par ailleurs estimé que les prévenus sont "responsables du préjudice écologique, dont on (leur) demande réparation à juste titre". Rappelons qu'en première instance, Total SA, les deux armateurs et l'entreprise Rina avaient également été condamnés à verser solidairement 192 millions d'euros de dommages et intérêts aux parties civiles dont environ 170 millions auraient déjà été versés.

Aux côtés de La Ligue de protection des oiseaux (LPO), seul le département du Morbihan avait obtenu en première instance la notion de "préjudice écologique" à hauteur de 1.015.066 euros tandis que 300.000 euros avaient été accordés à la LPO. D'autres collectivités qui n'avaient pas obtenu d'indemnisation, notamment les régions Bretagne, Pays de la Loire et Poitou-Charentes, y prétendent et réclameraient en appel 30 millions d'euros chacune à ce titre, pour aider à financer un projet de recherche sur la biodiversité.

À l'issue d'une journée consacrée à la défense de la société de classification Rina et aux dernières prises de parole des prévenus, le président de la cour, Joseph Valantin, devrait mettre la décision en délibéré au printemps prochain.

Rachida Boughriet

Extraits variés d'articles de presse

<http://www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/emediasciences/documents/Corrosion.pdf>
consulté le 25 janvier 2017.

Le stade du Crossing fermé depuis mardi

Le stade du Crossing à Schaerbeek a dû être fermé, en cause : les éléments métalliques contenus dans la structure des tribunes et attaqués par la corrosion.

Le Soir, 10 septembre 2003.

Assainissement de la station-service de Verlaine

En 1996, la station-service de Verlaine sur l'E42 en direction de Liège avait été le théâtre d'une fuite de diesel due à la corrosion d'une conduite souterraine. La perte fut évaluée à 40 000 l. 4 000 m³ de terre et 1 500 l d'eau sont pollués.

La Libre Belgique, 13 mars 2003

L'Erika était bien un bateau poubelle

Le naufrage du pétrolier maltais Erika le 1^{er} décembre 1999 au large des côtes bretonnes est imputable à une défaillance de la structure du navire provoquée par une insuffisance d'entretien et la corrosion.

La Libre Belgique, 19 décembre 2000

Ghislenghien, une catastrophe à deux inconnues

Pourquoi cette conduite a-t-elle subi une fuite ? Plusieurs pistes se dégagent. La thèse qui est aujourd'hui privilégiée relève de l'agression extérieure. La deuxième cause évoquée par l'expert est l'usure de la conduite : certains gaz peuvent se révéler assez agressifs pour provoquer une corrosion de l'acier.

Le Soir, 10 septembre 2003

Marée noire dans le jardin

Quelques milliers de citernes en Belgique présenteraient un problème d'étanchéité dû à la corrosion des parois. Est-ce grave ? Assurément, si on se place du strict point de vue de la protection de l'environnement. Mais une fuite peut également entraîner de fâcheuses conséquences financières pour le propriétaire de la citerne : les coûts d'assainissement d'un sol pollué peuvent dépasser les 10 000 €.

Le Soir, 23 aout 2003

Attention aux allergies !

Les pièces de 1 et 2 euros, avec une pilule centrale cerclée d'un anneau, sont responsables de cette émission prononcée de nickel : jusqu'à 320 fois plus que les quantités tolérées. Les alliages jaune et blanc contiennent des quantités différentes de nickel, cuivre et zinc, ce qui encourage le processus de corrosion alors que les ions métalliques passent d'un alliage à l'autre durant un contact prolongé avec la sueur de la paume. Ce processus de corrosion altère d'ailleurs à terme la couleur des pièces.

La Libre Belgique, 12 septembre 2002

Et la rouille? La galvanisation triomphe.

Comment empêcher la corrosion de l'acier ? Parmi les différentes techniques, il y a la galvanisation. Ce procédé demeure cependant la manière la plus efficace de protéger l'acier contre la rouille. Elle consiste en l'immersion de pièces en acier dans un bain de #### en fusion. (...) Grâce à la protection cathodique, le #### périphérique empêchera l'apparition de corrosion à cet endroit. Il suffit de quelques dizaines de kilos de #### pour protéger de la rouille une tonne d'acier pendant plus de 50 ans.

(Le Soir, 29 avril 2004)

Le stade du crossing fermé depuis mardi.

Le stade du Crossing à Schaerbeek a dû être fermé, en cause : les éléments métalliques contenus dans la structure des tribunes et attaqués par la corrosion.



(Le Soir, 10 septembre 2003)

Assainissement de la station-service de Verlaine

En 1996, la station-service de Verlaine sur l'E 42 en direction de Liège avait été le théâtre d'une fuite de diesel due à la corrosion d'une conduite souterraine. La perte fut évaluée à 40000 litres. 4000 m³ de terres et 1500 m³ d'eau sont pollués.

(La Libre Belgique, 13 mars 2003)

Marée noire dans le jardin

Quelques milliers de citerne en Belgique présenteraient un problème d'étanchéité dû à la corrosion des parois.

Est-ce grave ? Assurément, si l'on se place du strict point de vue de la protection de l'environnement. Mais une fuite peut également entraîner de fâcheuses conséquences financières pour le propriétaire de la citerne : les coûts d'assainissement d'un sol pollué peuvent dépasser les 10.000 euros.

(Le Soir, 23 août 2003)

Attention aux allergies !

Les pièces de 1 et de 2 euros peuvent entraîner des réactions cutanées chez les personnes allergiques au nickel.

La conception des pièces de 1 et 2 euros, avec une "pilule" centrale cerclée d'un anneau, est responsable de cette émission prononcée de nickel : jusqu'à 320 fois plus que les quantités tolérées. Les alliages jaune et blanc contiennent des quantités différentes de nickel, cuivre et zinc, ce qui encourage le processus de corrosion alors que les ions métalliques passent d'un alliage à l'autre durant un contact prolongé avec la sueur de la paume. Ce processus de corrosion altère d'ailleurs à terme la couleur des pièces.

(La Libre Belgique, 12 septembre 2002)

L'Erika était bien un bateau poubelle.

Le naufrage du pétrolier maltais Erika le 12 décembre 1999 au large des côtes bretonnes est imputable à une défaillance de la structure du navire provoquée par une insuffisance d'entretien et la corrosion.



(La Libre Belgique, 19 décembre 2000)

Ghislenghien, Une catastrophe à deux inconnues

Pourquoi cette conduite a-t-elle subi une fuite ? Plusieurs pistes se dégagent. La théorie qui est aujourd'hui privilégiée relève de l'agression extérieure. La deuxième cause évoquée par l'expert est l'usure de la conduite : Certains gaz peuvent se révéler assez agressifs provoquer une corrosion de l'acier.

(Le Soir, 10 septembre 2003)

7. PHYSIQUE

Remarque concernant le passage d'une 4^e « Sciences de base » vers une 5^e « Sciences générales »

Le bagage conceptuel de ces élèves est globalement suffisant pour leur permettre ce passage. Nous notons cependant qu'ils n'ont pas étudié :

- la résultante de forces concourantes (loi du parallélogramme, polygone de Varignon, composantes d'une force dans un référentiel, ...);
- le travail d'une force d'orientation quelconque par rapport au déplacement ($W = F.d.\cos\alpha$);
- les aspects quantitatifs des différents types de frottement ;
- la loi de Charles et température absolue ;
- la loi de la réfraction de la lumière (Snell-Descartes).

L'habileté expérimentale n'est que partiellement acquise.

7.1. Tableau synoptique

1 ^{er} degré	LA MATIÈRE DANS TOUS SES ÉTATS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Propriétés et modèles.
	SOURCES ET TRANSFORMATIONS D'ÉNERGIE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transferts de chaleur : relation avec les changements d'état. ▪ Formes et transformations d'énergie. ▪ Circuits électriques.
	FORCES <ul style="list-style-type: none"> ▪ Force, poids et masse, masse volumique, pression (et pression atmosphérique).
3 ^e année	UAA1. ÉLECTRICITÉ <ul style="list-style-type: none"> ▪ Charges électriques. ▪ Circuits électriques (tension, intensité, résistance). ▪ Énergie, puissance. ▪ Fusible, disjoncteur, différentiel, prise de terre.
	UAA2. FLOTTE, COULE, VOLE ! <ul style="list-style-type: none"> ▪ Résultante de forces, condition d'équilibre statique. ▪ Relation masse-poids, notion de fluide, poussée d'Archimède. ▪ Pression hydrostatique, principe de Pascal, hydrodynamique, loi de Boyle-Mariotte.
4 ^e année	UAA3. TRAVAIL, ÉNERGIE, PUISSANCE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Travail d'une force, énergie et puissance. ▪ Énergies potentielle et cinétique, conservation de l'énergie mécanique. ▪ Chaleur, température, changements d'état, loi de Charles.
	UAA4. LA MAGIE DE L'IMAGE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sources de lumière, propriétés de la lumière. ▪ Lois de la réflexion et de la réfraction, réflexion totale, principe de retour inverse. ▪ Lentilles convergente et divergente, l'œil. ▪ Composition de la lumière blanche, synthèse des couleurs.
3 ^e degré	UAA5. FORCES ET MOUVEMENTS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mouvements rectilignes : MRU et MRUV, chutes, lois de la dynamique. ▪ Mouvement circulaire uniforme. ▪ Mouvements composés.
	UAA6. ÉLECTROMAGNÉTISME <ul style="list-style-type: none"> ▪ Force de Coulomb, champs électrique et magnétique. ▪ Force électromagnétique. ▪ Induction magnétique, loi de Lenz
	UAA7. OSCILLATIONS ET ONDES <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oscillateur harmonique, période, fréquence, longueur d'onde, élongation, amplitude. ▪ Propriétés des ondes sonores. ▪ Principe de superposition, interférences, effet Doppler-Fizeau ▪ Production des ondes électromagnétiques. ▪ Propriétés des ondes électromagnétiques.
	UAA8. MATIÈRE ET ÉNERGIE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Radioactivité et énergie nucléaire <ul style="list-style-type: none"> - Rayonnement, demi-vie. - Défaut de masse, fission, fusion. ▪ Thermodynamique <ul style="list-style-type: none"> - Premier et deuxième principes. - Rendement d'une machine thermique.

7.2. La physique en 5^e année

7.2.1. Cours de physique

Alors que le cours de physique de 4^e année était centré sur l'énergie, celui de 5^e se base résolument sur l'étude des forces. On examinera plus particulièrement des forces agissant à distance : la force électrique, la force magnétique et la force gravifique ainsi que leurs champs d'application.

Les lois de Newton seront alors mises en place dans ce contexte, en considérant les forces en présence, et permettront l'interprétation de mouvements concrets, qu'ils soient rectilignes ou dans le plan.

L'intégration de ces concepts pourra enfin être réinvestie dans différentes situations comme le cyclotron, le spectromètre de masse ou l'accélérateur de particules.

Trame notionnelle

Cinématique des mouvements rectilignes

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
Notions mathématiques <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pente d'une droite. ▪ Résolution d'une équation des premier et deuxième degrés. ▪ Notion de vecteur UAA4 : vitesse.	Repérage de la position d'un mobile (notion de référentiel). Vitesse moyenne et vitesse instantanée (unité SI). Accélération moyenne et accélération instantanée (unité SI). Mouvement rectiligne uniforme et mouvement rectiligne uniformément varié. Graphiques horaires. Tangente à une courbe Équations horaires du mouvement. Chute libre et chute dans un fluide Attitude responsable par rapport à la sécurité routière.	Notions mathématiques : tangente à une courbe.

Savoir-faire disciplinaires

- Identifier une vitesse dans un graphique (position-temps).
- Identifier une accélération dans un graphique (vitesse-temps).
- Calculer une vitesse moyenne.
- Calculer une accélération moyenne.
- Déterminer la position d'un mobile dans un référentiel.
- Indiquer les forces agissant sur un objet en lien avec son mouvement.
- Appliquer les lois du mouvement (MRU – MRUA – tir balistique – MCU).
- Appliquer la loi de gravitation.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (masse, durée, vitesse, accélération, force,...).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (masse, durée, vitesse, accélération, force,...).

UAA5. Forces et mouvements

Fourchette horaire : entre 32 et 38 périodes

Compétences à développer

Analyser quantitativement des situations de mouvement à une ou à deux dimensions.

Mener une recherche expérimentale décrivant un mouvement et ses causes.

Développements attendus

Cinématique des mouvements rectilignes

Mettre en évidence la relativité du mouvement et de la trajectoire dans deux référentiels différents (C1).

Soit l'élève décrit la trajectoire ou le mouvement d'un même objet observé dans des référentiels différents ; soit l'élève identifie les caractéristiques du référentiel dans lequel l'objet présente une trajectoire ou un mouvement donné.

Calculer une vitesse à partir d'une situation concrète (par exemple : film, suite de photos, chronophotographie, capteurs, tableau de mesures, graphique) (A1).

Sur base d'un document (une suite de photos, une chronophotographie, un tableau de mesures, un graphique horaire de la position, ...) ou de mesures de positions (capteurs, observateurs placés le long de la trajectoire, ...), l'élève détermine une vitesse moyenne.

Mesurer la vitesse, l'accélération ou la vitesse angulaire d'un phénomène courant (A2).

L'élève utilise un matériel adéquat (capteurs de vitesse ou d'accélération, accéléromètre sur smartphone, valeurs fournies, ...) pour mesurer une vitesse la plus instantanée possible d'un objet ou mesurer son accélération.

Établir les lois du MRUV à partir d'un graphique $v(t)$ (C2).

À partir du graphique horaire de la vitesse d'un MRUV (accélération positive ou négative), retrouver les lois de la position, de la vitesse et de l'accélération du mobile en fonction du temps.

À partir de caractéristiques d'un ou de deux mouvements, déterminer une mesure ou un événement qui y soit lié (par exemple : distance d'arrêt, rencontre, portée, hauteur) (A3).

L'élève détermine, par une méthode graphique ou algébrique, la distance d'arrêt d'un mobile, le point de rencontre de deux mobiles, la durée d'un dépassement, ...

Construire les graphiques horaires de position et d'accélération correspondant à un graphique horaire de vitesse donné. Réaliser les conversions inverses (A4).

À partir d'un graphique horaire donné (de position, de vitesse ou d'accélération), l'élève réalise un graphique horaire des autres grandeurs et justifie sa proposition.

Trame notionnelle

Dynamique des mouvements rectilignes

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
Notions mathématiques : vecteur. UAA4 <ul style="list-style-type: none">▪ Force.▪ Forces de frottement.▪ Principe des actions réciproques.▪ Énergie cinétique.▪ Résultante de forces concourantes.▪ Poids d'un objet.	Les lois de la dynamique Lois de Newton. Vitesse limite de chute dans un fluide.	

Attitude

Attitude responsable par rapport à la sécurité routière.

Développements attendus

Dynamique des mouvements rectilignes

Mener une recherche expérimentale pour identifier et quantifier les paramètres qui déterminent l'accélération d'un mobile en mouvement rectiligne (loi fondamentale de la dynamique) (A5).

En réalisant une recherche expérimentale sur les conditions d'accélération d'un objet, l'élève identifie, puis quantifie l'influence de la force résultante appliquée et de la masse de l'objet sur l'accélération de celui-ci.

Utiliser la 2^e loi de Newton pour définir la masse d'inertie (C3).

L'élève établit le lien entre l'inertie d'un objet, la force résultante qu'il subit et son accélération.

Utiliser les lois de Newton

- soit pour justifier le mouvement d'un objet connaissant les forces agissantes,
- soit pour retrouver la résultante des forces à partir du mouvement (A6).

L'élève relie le mouvement d'un objet aux forces qu'il subit (mobile descendant un plan incliné, voiture dans une pente de garage, ...).

Dans le cas de la chute d'un objet dans un fluide et dans le vide, décrire les forces agissantes et le mouvement correspondant (A7).

L'élève caractérise les forces agissant sur un objet en chute dans le vide ou dans un fluide. Il en déduit l'évolution du mouvement et l'existence d'une vitesse limite éventuelle.

En utilisant les lois de Newton, expliquer un élément de sécurité routière (par exemple : position debout dans un bus, ceinture de sécurité, éléments d'amortissements des chocs, limitation de vitesse dans les virages, distance de freinage, ...) (T1).

L'élève explique une situation (par exemple : le risque lié à la position debout dans un bus, le rôle de la ceinture de sécurité, les éléments pouvant amortir des chocs en cas d'accident, la distance de freinage, les risques liés aux chaussées humides) en indiquant les forces agissant sur l'objet étudié.

Il identifie les lois de Newton mises en jeu et en précise le rôle.

Trame notionnelle

Mouvements curvilignes

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
	Mouvements composés. Vecteur vitesse Vecteur accélération Tir balistique. Mouvement circulaire uniforme. <i>Vecteur</i> vitesse. <i>Vecteur</i> accélération. Vitesse angulaire. Accélération et force centripètes.	

Force gravifique

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
	Les lois de la dynamique Lois de Newton <i>Champ</i> gravifique. Loi de la gravitation universelle.	

Développements attendus

Mouvements curvilignes

Identifier les paramètres qui déterminent la force de gravitation universelle (C6).

L'élève décrit le mouvement d'un objet dans un plan (le lancer horizontal ou oblique d'une balle, le mouvement d'un nageur traversant une rivière, un vol de canards emportés par le vent, ...) et identifie les mouvements indépendants.

À partir d'une situation de mouvement présentée sous forme de chronophotographie, série de photos ou film, déterminer l'orientation des vecteurs vitesse et accélération (y compris dans le cadre du MCU) (C5).

À partir d'une série de photos, d'une chronophotographie ou de la trajectoire représentant un tir balistique ou un MCU, l'élève détermine en certains points l'orientation des vecteurs vitesse et accélération.

À partir de caractéristiques d'un ou de deux mouvements, déterminer une mesure ou un événement qui y soit lié (par exemple : distance d'arrêt, rencontre, portée, hauteur) (A8).

L'élève résout une application permettant de calculer la portée, la hauteur ou la vitesse d'impact d'un objet lancé, le déplacement d'un nageur emporté par un courant, ...

Mesurer la vitesse angulaire d'un phénomène courant (A9).

L'élève détermine la vitesse angulaire d'un mobile effectuant un mouvement circulaire uniforme (la trotteuse d'une montre, un carrousel, une roue de vélo, ...) à partir de mesures de temps et éventuellement de distances.

En utilisant les lois de Newton, expliquer un élément de sécurité routière (par exemple : position debout dans un bus, ceinture de sécurité, éléments d'amortissement des chocs, limitation de vitesse dans les virages, distance de freinage, ...) (T2).

L'élève explique une situation (par exemple la limitation de la vitesse dans les virages) en caractérisant les forces agissant sur l'objet étudié dans un référentiel inertiel.

Du point de vue des forces et du mouvement, décrire l'exécution d'une performance sportive (par exemple : lancer du poids, saut en hauteur ou en longueur, saut à la perche, tir à l'arc,...) et son optimisation (T3).

L'élève décrit la réalisation d'une performance sportive (par exemple : lancer du poids, saut en hauteur ou en longueur, saut à la perche, tir à l'arc) en identifiant les forces en présence et l'évolution des paramètres du mouvement. Il propose en outre des modifications permettant d'optimiser la performance.

Force gravifique

Identifier les paramètres qui déterminent la force de gravitation universelle (C6).

Sur base d'une comparaison entre les accélérations subies par différents objets attirés par un même astre et en s'aidant des lois de Newton, l'élève identifie les paramètres qui déterminent la force de gravitation.

Déterminer la variation de g avec l'altitude (C7).

En utilisant la loi de la gravitation universelle, l'élève établit l'expression de l'accélération gravifique en fonction de l'altitude.

Déterminer la masse d'une planète (ou d'une étoile) à partir des caractéristiques orbitales de ses satellites (T4).

L'élève détermine la masse d'un astre en se basant sur la période de révolution et le rayon moyen de l'orbite d'un de ses satellites.

Trame notionnelle

Électrostatique

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA1 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Charges électriques. ▪ Principe des actions réciproques. ▪ Force électrique. ▪ Aimants, pôles. UAA2 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poids. ▪ Relation masse-poids. UAA3 : forces, travail, énergie potentielle et énergie cinétique UAA 5 : force gravitationnelle, variation de g avec l'altitude.	Champ de forces. Champ et <i>spectre</i> électrique. Champ gravifique. Force de Coulomb. Tension électrique.	UAA5 (Partie II) : ondes électromagnétiques. UAA8 : fonctionnement d'un réacteur nucléaire.

Magnétostatique

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
	Aimants et spectre Champ magnétique. Champ magnétique produit par les courants (se limiter à la proportionnalité de B avec l'intensité de courant). Valeur du champ magnétique à l'intérieur d'une <i>longue</i> bobine (<i>solénoïde</i>). Force électromagnétique (avec composante de \vec{B} perpendiculaire au courant). Moteur électrique.	UAA6 : mouvements curvilignes (déviation d'un faisceau électronique). UAA7 : électromagnétisme.

Remarque

Limiter les aspects quantitatifs de la force électromagnétique au cas d'un champ magnétique perpendiculaire au courant.

Savoir-faire disciplinaires

- Appliquer la loi de Coulomb.
- Calculer le champ magnétique à l'intérieur d'une bobine longue.
- Déterminer la force électromagnétique à partir du champ magnétique et du courant.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (charge électrique, champs électrique et magnétique, force, flux magnétique).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (charge électrique, champs électrique et magnétique, force, flux magnétique).

UAA6. Électromagnétisme

Partie I. Électro- et magnétostatique

Fourchette horaire : entre 12 et 18 périodes

Compétence à développer

Détailler le fonctionnement d'une technologie alliant électricité et magnétisme.

Expliquer comment transformer une énergie mécanique en une énergie électrique et vice-versa

Développements attendus

Électrostatique

Établir les ressemblances et les différences topologiques entre le champ électrique d'une charge ponctuelle, le champ gravifique de la Terre et le champ magnétique d'un barreau aimanté (C1).

L'élève explique comment les différents champs de force peuvent être détectés et être représentés au moyen de vecteurs ou au moyen de lignes de force. Il met en évidence les similitudes et les différences entre les représentations des champs gravifique, électrique et magnétique.

Comparer les valeurs des forces d'attraction gravitationnelle et de Coulomb dans une situation donnée (A1).

L'élève compare les valeurs des forces électrique et gravitationnelle qui s'exercent entre deux objets chargés (par exemple : l'électron à la périphérie de l'atome d'hydrogène, deux ballons chargés suspendus à deux fils de soie).

Explicitier la tension en termes d'énergie (C2).

L'élève identifie sous quelles conditions le travail de la force à exercer par l'expérimentateur sur une charge électrique-test est moteur ou résistant quand on la déplace à vitesse constante d'un point à un autre d'un champ électrique. Il interprète ce travail en termes de variation d'énergie de la charge-test et de différence de potentiel électrique. En utilisant la loi de Coulomb, il montre que cette différence de potentiel est indépendante de la charge-test. Il montre en outre qu'elle est indépendante de la trajectoire.

Magnétostatique

À partir d'une expérience, décrire un champ magnétique produit par un courant (C3).

À partir d'une expérience, l'élève décrit la forme du champ magnétique au voisinage d'un fil, d'une boucle ou d'un solénoïde parcouru par un courant.

Ajuster l'intensité du courant dans une bobine pour produire un effet magnétique donné (par exemple : soulever une masse en fer, dévier une boussole, dévier un faisceau électronique,...) (A2).

L'élève montre que l'intensité du champ magnétique au centre d'un solénoïde long est proportionnelle à l'intensité du courant et au nombre de spires par mètre de longueur, et dépend de la nature du milieu à l'intérieur du solénoïde. Il règle ensuite l'intensité du courant dans une bobine au moyen d'une résistance variable, d'un potentiomètre, ... afin de produire un effet magnétique donné (par exemple : soulever une masse de fer, dévier une boussole d'un angle donné, exercer une force électromagnétique donnée sur un conducteur parcouru par un courant, dévier un faisceau électronique).

À partir d'un montage, identifier et montrer l'influence de différents paramètres qui caractérisent la force électromagnétique (C4).

L'élève réalise une expérience mettant en évidence l'apparition d'une force électromagnétique dès qu'une composante du champ magnétique est perpendiculaire au courant circulant dans un conducteur rectiligne. Il identifie et montre comment les différents paramètres (intensité et orientation du champ magnétique par rapport au courant) influencent l'orientation et la valeur de la force.

Construire un moteur électrique simple et expliquer son fonctionnement (A3).

L'élève réalise un moteur électrique simple et explique son fonctionnement en termes de forces électromagnétiques ou d'attraction entre pôles magnétiques.

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

7.2.2. Activité complémentaire « physique 1 période »

Suggestions de sujets pouvant être abordés

Électromagnétisme

- Électrisation par influence (machine de Wimshurst, ...).
- Champs électriques d'un dipôle, d'un quadripôle, produit par des charges étendues... (analyse des lignes équipotentielles à l'aide d'une cuve rhéographique, ...).
- L'expérience de Millikan, les champs électriques uniformes créés par les condensateurs.
- Charge et décharge d'un condensateur.
- Géomagnétisme (détermination expérimentale du champ magnétique terrestre), ceintures de Van Allen, aurores boréales.
- Spectromètre de masse, cyclotron, rapport e/m, chambres à bulles, courants dans le vide (tubes de Crookes).

Cinématique

- Situations d'équilibre statique de translation et/ou de rotation.
- Mouvements à trois dimensions (à quel endroit et à quelle vitesse un canon placé sur un train avançant en MRU doit-il tirer un projectile pour atteindre une cible ?).

Dynamique

- Situations dynamiques de translation et/ou de rotation (arc parcouru, vitesse et accélération angulaires, moment cinétique et inertie de rotation). Comparer les lois de Newton de rotation avec les lois de Newton de translation.
- Chariots sur deux pentes différentes, machine d'Atwood, funiculaire.
- Référentiel d'inertie, forces fictives (force centrifuge et principe d'inertie, ...).
- Impulsion, définition de la masse, chocs élastique et inélastique, lois de conservation : quantité de mouvement et énergie mécanique (deux patineurs qui se repoussent, pendule de Newton, boules de billard, propulsion d'objets indéformables, ...).
- Centre de masse d'un système de plusieurs objets, centre de gravité d'un objet (propulsion, explosion).
- Construction d'une fusée à eau et explication de son fonctionnement.

Gravitation

- Évolution historique des modèles du système solaire, lois de Kepler, dynamique réelle d'une planète.
- Énergie et vitesse de libération, état libre et état lié.
- Microgravité et impesanteur.

7.3. La physique en 6^e année

7.3.1. Cours de physique

Le cours de physique de 6e année introduit le concept d'ondes comme déplacement d'information sous forme d'un transfert d'énergie en lieu et place du déplacement de matière envisagé dans les UAA précédentes. Après avoir étudié les phénomènes périodiques en mécanique et en électromagnétisme, les élèves découvriront comment des comportements intrinsèquement aléatoires (la désintégration radioactive, les transformations irréversibles d'énergie, le photon, ...) ont marqué la physique du XXe siècle.

Trame notionnelle

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA1 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aimants, pôles magnétiques, électroaimant. ▪ Circuits électriques, générateurs, récepteurs. ▪ Tension, courant et puissance électriques, relation $P = I.U$. UAA6 (Partie I) : force électromagnétique.	<i>Flux magnétique</i> Tension induite, courant induit. Loi de Lenz. Induction. Courants de Foucault. Génératrice. Transformateur.	UAA7 : ondes électromagnétiques

Savoir-faire disciplinaires

- Calculer une tension induite.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (charge électrique et magnétique, force, flux magnétique).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (charge électrique, champs électrique et magnétique, force, flux magnétique).

UAA6. Électromagnétisme

Partie II. Courants induits

Fourchette horaire : entre 5 et 9 périodes

Compétence à développer

Détailler le fonctionnement d'une technologie alliant électricité et magnétisme.

Expliquer comment transformer une énergie mécanique en énergie électrique et vice-versa

Développements attendus

Lier la conservation de l'énergie et la loi de Lenz (C6).

L'élève établit le lien entre les caractéristiques d'un courant induit, ses causes et une transformation d'énergie. Il en déduit qu'un champ magnétique induit s'oppose à la variation d'un champ magnétique inducteur.

Réaliser une recherche pour identifier les éléments de montage et les processus qui rendent possible la production d'énergie électrique à partir du magnétisme (par exemple : dynamo, turbine, éolienne,...) (T2).

L'élève mène une recherche bibliographique ou expérimentale mettant en évidence le rôle des différents éléments d'une technologie permettant de produire de l'énergie électrique à partir d'énergie mécanique (par exemple pour un alternateur, une dynamo, une turbine ou une hélice).

Réaliser une recherche pour comprendre le fonctionnement d'une application des courants de Foucault (par exemple : système de freinage, tri des déchets métalliques non ferreux, monnayeur,...) (T3).

L'élève réalise une recherche expérimentale ou bibliographique permettant de déterminer l'origine des courants de Foucault dans une technologie (par exemple : un système de freinage, le tachymètre, le tri des déchets métalliques non ferreux, le monnayeur).

Calculer la tension de sortie d'un transformateur (A6).

L'élève calcule la tension de sortie d'un transformateur en utilisant la loi reliant les tensions et les nombres de spires au primaire et au secondaire.

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Trame notionnelle

Oscillations et sons

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
<p>UAA3 : énergie potentielle gravifique et énergie cinétique.</p> <p>UAA5</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Vitesse.▪ MCU. <p>Mathématiques : fonctions trigonométriques et dérivées.</p>	<p>Oscillateur harmonique (ressort) : équation du mouvement, période, énergie.</p> <p>Période, fréquence, longueur d'onde, élongation, amplitude.</p> <p>Résonance, <i>fréquence propre</i>.</p> <p>Ondes sonores (intensité sonore, niveau sonore, plage d'audibilité, hauteur, timbre)</p> <p>Oscillogramme d'un son pur et timbre d'une voix de fréquence voisine</p>	

Savoir-faire disciplinaires

- Calculer une fréquence à partir d'une période et vice-versa.
- Appliquer la relation $v = \lambda/T$.
- Estimer un ordre de grandeur (longueur d'onde, période, fréquence).
- Utiliser les unités SI des grandeurs (longueur d'onde, période, fréquence, élongation, amplitude, ...).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (longueur d'onde, période, fréquence, élongation, amplitude,...).

UAA7. Oscillations et ondes

Fourchette horaire : entre 23 et 30 périodes

Compétences à développer

Décrire et expliquer une application, un phénomène ou une expérience impliquant la transmission d'une information via une onde.

Déterminer la valeur de grandeurs physiques propres à un phénomène oscillant.

Développements attendus

Oscillations et sons

Identifier les grandeurs caractéristiques d'un mouvement harmonique (amplitude, fréquence, période, phase initiale, énergie) (C1).

Se basant sur une expérience ou sur des graphiques, l'élève identifie la présence d'un mouvement harmonique et détermine l'amplitude, la fréquence, la période et la phase initiale de ce mouvement. Il décrit l'évolution des différentes formes d'énergie lors d'une oscillation et met en relation l'énergie totale avec l'amplitude du mouvement et sa fréquence.

À partir de la 2^e loi de Newton, retrouver les paramètres qui déterminent la période d'oscillation d'un oscillateur harmonique (C2).

Déterminer expérimentalement la période et la fréquence d'un mouvement harmonique. En comparant à la valeur calculée, vérifier les valeurs obtenues en fonction du dispositif employé (A1).

L'élève mesure la période et la fréquence d'un oscillateur (pendule simple ou système masse-ressort) afin d'identifier les paramètres qui les influencent.

Par ailleurs, en réalisant l'étude dynamique de cet oscillateur, l'élève déduit l'expression algébrique de sa période, ce qui lui permet de vérifier ses résultats expérimentaux.

Déterminer expérimentalement les caractéristiques d'un résonateur (A2).

L'élève détermine expérimentalement les conditions d'un transfert d'énergie maximal entre deux oscillateurs couplés.

Comparer les plages d'audibilité de quelques volontaires (A3).

Les élèves, placés dans les mêmes conditions, testent leurs plages d'audibilité en faisant varier la fréquence et/ou l'intensité du son. Ils comparent les résultats obtenus.

Trame notionnelle

Propriétés des ondes matérielles et optique ondulatoire

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA4 <ul style="list-style-type: none">▪ Énergie lumineuse.▪ Vitesse de la lumière.▪ Réflexion et réfraction de la lumière.▪ Couleurs.	Ondes longitudinales et transversales. Vitesse de propagation, milieu de propagation, Longueur d'onde et relation $v = \lambda/T$. Concordance de phase et opposition de phase. Transmission d'énergie, réflexion, réfraction, diffraction, effet Doppler/Fizeau. Principe de superposition de deux ondes. Interférences, <i>régimes stationnaires</i> . <i>Caractère ondulatoire de la lumière.</i>	UAA8 : physique quantique.

Savoir-faire disciplinaires

- Calculer une fréquence à partir d'une période et vice-versa.
- Appliquer la relation $v = \lambda/T$.
- Estimer un ordre de grandeur (longueur d'onde, période, fréquence).
- Appliquer la formule de l'effet Doppler.
- Estimer la valeur de l'interfrange dans une figure d'interférence.
- Calculer la fréquence propre d'un système oscillant.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (longueur d'onde, période, fréquence, élongation, amplitude,...).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (longueur d'onde, période, fréquence, élongation, amplitude,...).

Développements attendus

Propriétés des ondes matérielles et optique ondulatoire

Citer des exemples de phénomènes ondulatoires. Classer les ondes sonores et lumineuses comme transversales ou longitudinales ; mécaniques ou électromagnétiques et selon le milieu de propagation (C3).

L'élève fait le lien entre le transfert d'énergie de proche en proche et la propagation d'une onde. L'élève distingue les familles d'ondes (mécaniques ou électromagnétiques), leur mode et leur milieu de propagation, ainsi que leur nombre de dimensions. Il attribue une famille aux ondes sonores et lumineuses.

Citer des exemples de phénomènes ondulatoires. Estimer l'ordre de grandeur des longueurs d'onde ou fréquences correspondantes (C4).

Sur base de données (numériques, graphiques, photographiques, ...), l'élève estime des longueurs d'onde ou des fréquences.

Dans le cadre d'un phénomène montré par une expérience ou par des documents, identifier les propriétés des ondes mises en jeu (propagation rectiligne, réflexion, réfraction, diffraction, interférences, effet Doppler, ondes stationnaires) (C5).

Mettre en évidence une des propriétés des ondes à l'aide d'une réalisation expérimentale ou d'un ou plusieurs documents (par exemple : propagation rectiligne, réflexion, réfraction, diffraction, résonance, interférences, effet Doppler, ondes stationnaires) (A4).

Sur base de documents ou d'expériences (vécues ou réalisées), l'élève identifie et décrit les propriétés des ondes impliquées qu'il s'agisse de la propagation rectiligne, de la réflexion, de la réfraction, de la diffraction, de l'interférence, du régime stationnaire ou de l'effet Doppler.

Estimer la valeur d'une grandeur physique dans une situation impliquant un phénomène ondulatoire (par exemple : la longueur d'onde au moyen d'une figure d'interférence, la taille d'un obstacle par un phénomène de diffraction, ...) (A5).

L'élève estime :

- une longueur d'onde au moyen d'une figure d'interférence,
- la taille d'un obstacle ou d'une fente par un phénomène de diffraction,
- ...

À partir d'un ou de plusieurs documents, de mesures ou d'une réalisation expérimentale, expliquer comment utiliser les propriétés des ondes dans le cadre (T1) :

- soit d'une application technologique (par exemple : le « Doppler » médical, l'échographie par ultrasons) ;
- soit d'un instrument de musique ;
- soit d'un phénomène naturel (par exemple : l'écholocation, le tsunami, la propagation des ondes sismiques).

À partir de ressources variées (mesures, expérience ou documents), l'élève explique comment les propriétés des ondes sont utilisées dans une application parmi les suivantes :

- une technologie (par exemple : le « Doppler » médical, l'échographie par ultrasons) ;
- un instrument de musique ;
- un phénomène naturel (par exemple : l'écholocation, le tsunami, la propagation des ondes sismiques).

Trame notionnelle

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA6 (Partie II) : courants induits.	Ondes électromagnétiques (spectre électromagnétique).	UAA8 : rayonnement gamma.

Développements attendus

À partir d'une expérience réalisée en classe faisant intervenir l'induction électromagnétique entre bobines, décrire comment produire et capter une onde électromagnétique (A6).

L'élève met en évidence l'existence d'une onde électromagnétique par le transfert d'énergie sans transport de matière entre les deux bobines. Il montre que le transfert d'énergie augmente quand un cadre en fer doux relie les deux bobines (transformateur).

Mener une recherche critique sur les effets d'un type d'onde particulier (par exemple : son infrarouge, ultraviolet, micro-ondes, ondes GSM, rayons X) (T2).

L'élève réalise une recherche mettant en évidence les avantages et les inconvénients de l'utilisation d'un type d'ondes (par exemple : infrarouge, ultraviolet, micro-ondes, ondes GSM, rayons X).

Trame notionnelle

Radioactivité et énergie nucléaire

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA1 (chimie) : composition du noyau atomique. UAA3 : transformation et conservation de l'énergie. UAA6 : loi de Coulomb. Mathématiques (6^e année) : fonctions exponentielles et fonctions logarithmes.	Rayonnements nucléaires : origine, types. <i>Transmutation.</i> Activité, unité (Bq) et ordre de grandeur, demi-vie d'un échantillon radioactif, constante radioactive. Notion de défaut de masse en lien avec la libération d'énergie. <i>Énergie de liaison par nucléon.</i> Fission nucléaire, produits de fission. Fusion nucléaire. Nucléide, isotope.	

Physique quantique

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA5 (chimie) : modèle de Lewis.	Énergie du photon. <i>Relation de Planck</i> ($E = h f$). Effet photoélectrique, appliqué au panneau photovoltaïque.	

Savoir-faire disciplinaires

- Utiliser les unités SI des grandeurs (énergie, température, durée, activité, fréquence, ...).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (énergie, température, durée, activité, fréquence, ...).

UAA8. Matière et énergie

Fourchette horaire : entre 16 et 20 périodes

Compétences à développer

Décrire des applications du nucléaire dans le domaine scientifique.

Expliquer différents processus mis en œuvre pour la production d'énergie électrique.

Développements attendus

Radioactivité et énergie nucléaire

Décrire les forces à l'œuvre dans un noyau atomique et la stabilité qui en découle (C1).

L'élève explique la stabilité du noyau d'un atome en termes de forces. Il montre que les caractéristiques de ces forces dépendent de la constitution du noyau. L'élève met en évidence les différents types de radioactivité émis par le noyau pour acquérir une plus grande stabilité.

Équilibrer une équation de transmutation (A1).

Connaissant le type de radioactivité concernée, l'élève écrit une équation de transmutation équilibrée en utilisant des propriétés de conservation (nombre de nucléons et charge électrique).

À partir de documents, déterminer la demi-vie d'un échantillon radioactif et l'évolution de son activité dans le temps (A2).

À partir d'un graphique de la population d'un échantillon radioactif en fonction du temps, l'élève détermine sa demi-vie, sa constante radioactive et construit le graphique de son activité en fonction du temps.

Expliquer une méthode de datation basée sur la décroissance radioactive d'un nucléide (T1).

L'élève explique par la décroissance radioactive d'un nucléide (par exemple le carbone 14), la manière de retrouver l'époque à laquelle un évènement a eu lieu et met en évidence les limites d'une pareille procédure.

Expliquer le principe de fonctionnement d'un réacteur nucléaire et décrire la production d'énergie électrique qui y est associée (C2).

Partant de l'analyse d'un graphique de l'énergie de liaison par nucléon en fonction de la masse atomique, l'élève met en évidence les deux réactions nucléaires permettant de libérer de l'énergie. Il identifie et décrit le rôle des différents composants d'un réacteur nucléaire et explique les conditions à respecter pour réguler la production d'énergie.

Connaitre (C) – Appliquer (A) – Transférer (T)

Physique quantique

À partir du diagramme d'énergie d'un atome, déterminer quelques fréquences possibles des photons émis ou absorbés (C4).

L'élève utilise la relation de Planck pour montrer le lien entre la discontinuité des niveaux d'énergie d'un atome et les fréquences possibles des photons émis ou absorbés par un atome.

Connaissant la tension seuil d'une LED, calculer la fréquence de l'onde lumineuse émise (A6).

L'élève résout une application numérique en utilisant le bilan énergétique lié à la transition de niveau d'énergie d'un électron. Il montre que la fréquence trouvée dépend de la tension de seuil et donc de la constitution du matériau utilisé.

Trame notionnelle

Thermodynamique

D'où vient-on ?	Notions à voir	Où va-t-on ?
UAA4 (chimie) : calorimétrie. UAA1 : effet Joule. UAA3 <ul style="list-style-type: none">▪ Conservation de l'énergie mécanique.▪ Chaleur, température, changements d'états. UAA5 (partie II) : transmission de l'énergie électrique par une onde électromagnétique.	Premier et second principes de la thermodynamique. Machine thermique. Rendement d'une machine. Quantité de chaleur liée à un changement d'état	

Remarque

Les fonctions exponentielles et logarithmes sont étudiées en mathématiques durant la 6^e année du secondaire. Cette UAA doit donc être travaillée en concertation avec le professeur de mathématiques.

Savoir-faire disciplinaires

- Appliquer le premier principe de thermodynamique
- Calculer le rendement d'une machine (cas simple)
- Réaliser un schéma intégrant les énergies entrantes et sortantes d'une machine.
- Estimer un ordre de grandeur (énergie, rendement).
- Utiliser les unités SI des grandeurs (énergie, température, durée, activité, fréquence, ...).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (énergie, température, durée, activité, fréquence, ...).

Développements attendus

Thermodynamique

Décrire le fonctionnement d'une machine thermique et expliquer comment optimiser son rendement (C3).

L'élève met en évidence les constituants d'une machine thermique. Sur base d'un schéma intégrant les énergies entrantes et sortantes, il montre l'importance de la notion de cycle. Il explique le rendement théorique d'une telle machine en s'appuyant sur le second principe de la thermodynamique. Il propose des solutions pour optimiser le rendement.

Sur base de documents, calculer le rendement théorique et effectif d'une machine thermique (A3).

À partir du schéma d'une machine thermique (par exemple : pompe à chaleur, frigo), expliquer les transferts énergétiques qu'implique son usage (T2).

Partant d'un schéma décrivant le principe d'une machine thermique (par exemple : un moteur à essence, une pompe à chaleur, un réfrigérateur, une installation d'air conditionné), l'élève met en évidence les transferts d'énergie et les met en relation avec le premier et le second principe de la thermodynamique.

Disposant des données utiles (températures, bilan énergétique), l'élève détermine les rendements théorique et effectif d'un moteur thermique.

Disposant des données utiles (températures, bilan énergétique), l'élève détermine le rendement théorique et le coefficient de performance d'un récepteur thermique.

Calculer l'élévation de température correspondant à un échange d'énergie mécanique, électrique ou lumineuse (A4).

L'élève résout une application numérique se basant sur le principe de conservation de l'énergie et en prenant en compte des chaleurs massiques et/ou des chaleurs latentes.

Déterminer expérimentalement le rendement d'une transformation d'énergie (par exemple : bouilloire électrique, panneau photovoltaïque,...) (A5).

L'élève détermine expérimentalement le rendement réel d'une bouilloire électrique, d'un panneau photovoltaïque, ... et évalue les pertes énergétiques et le compare éventuellement au rendement théorique.

7.3.2. Activité complémentaire « physique 1 période »

Suggestions de sujets pouvant être abordés

Mouvements périodiques

- Oscillateur harmonique amorti.
- Pendule de torsion et mesure de la constante G .
- Ondes sismiques (foyer, épicentre, ondes volume et de surface, échelle de Richter, ...).
- Composition de mouvements harmoniques par vecteurs de Fresnel, figures de Lissajous, battements.
- Échelle musicale (différence entre la gamme naturelle et la gamme tempérée, ...).
- Superposition de fréquences sonores, timbre et analyse de Fourier.
- Fréquence propre d'une lame vibrante, d'une barre de xylophone, de l'air dans un tuyau ouvert, ... résonateur de Helmholtz.
- Explication du fonctionnement du sonar, du radar, ...
- Fonctionnement de la vision à 3D, des écrans à cristaux liquides, de la biréfringence, de la polarisation par réflexion et réfraction (angle de Brewster), visualisation des contraintes dans un matériau, substances dextrogyres et lévogyres.

Courants alternatifs et ondes électromagnétiques

- Courant, tension et puissance efficaces.
- Redressement et stabilisation du courant.
- Bobine de Ruhmkorff, générateur de Tesla.
- Circuits oscillants, circuits RLC, impédance d'une bobine.
- Dispositifs d'amplification d'un signal (transistor, amplificateur opérationnel, ...).
- Système de localisation par GPS et triangulation.
- Numérisation, transport et stockage de l'information, onde porteuse (AM, FM et digital).
- Circuits logiques et systèmes de mémoire.

Thermodynamique et physique moderne

- Cycle de Carnot (d'un moteur Stirling, d'une machine à vapeur, ...).
- Entropie et structures dissipatives.
- Histoire des modèles de la lumière (corpusculaire, ondulatoire, synthèse quantique, ...).
- Physique quantique et des particules (onde associée aux particules, probabilité de présence d'un électron, principe d'incertitude, boson d'Englert, ...).
- Fonctionnement du Laser, fluorescence, ...
- Radioactivité et radio-isotopes artificiels, utilisations médicales.
- La sécurité nucléaire (action de la radioactivité sur la matière vivante, déchets nucléaires, Tchernobyl, Fukushima, ...).
- L'enrichissement de la matière fissile et les armes nucléaires (bombe A, bombe H, bombe à neutrons, ...).

- Constance de la vitesse de la lumière et relativité.
- Accélérateurs de particules.
- Origine et évolution de l'univers (hypothèse du Big Bang, nucléosynthèse primordiale, red shift, vie et mort d'une étoile, ...).
- Rayonnement du corps noir et effet de serre.
- Éléments de relativité restreinte (relativité de la simultanéité, des durées de la longueur et de la masse) ; équivalence masse – énergie.
- Structure de l'atome (limites du modèle de Bohr, états quantiques de l'atome d'hydrogène, orbitales).

7.4. Situations d'apprentissage

Situation 1. Chute d'un objet dans un fluide (UAA5)

DÉVELOPPEMENTS ATTENDUS PRINCIPALEMENT VISÉS

Mesurer la vitesse ou l'accélération d'un phénomène courant (A2).

L'élève utilise un matériel adéquat (capteurs de vitesse ou d'accélération, accéléromètre sur smartphone, valeurs fournies, ...) pour mesurer une vitesse la plus instantanée possible d'un objet ou mesurer son accélération.

Utiliser les lois de Newton

- pour justifier le mouvement d'un objet connaissant les forces agissantes,
- pour retrouver la résultante des forces à partir du mouvement (A6).

L'élève relie le mouvement d'un objet aux forces qu'il subit (mobile descendant un plan incliné, voiture dans une pente de garage, ...).

Dans le cas de la chute d'un objet dans un fluide et dans le vide, décrire les forces agissantes et le mouvement correspondant (A7).

L'élève caractérise les forces agissant sur un objet en chute dans le vide ou dans un fluide. Il en déduit l'évolution du mouvement et l'existence d'une vitesse limite éventuelle.

ÉNONCÉ DE LA SITUATION

Afin de préparer de la manière la plus optimale un saut en parachute, identifier les phases du mouvement où le parachutiste « se sent le plus lourd ».

SUGGESTIONS POUR LE PROFESSEUR

1. Montrer aux élèves un film sur un saut en parachute (par exemple le saut record de Felix Baumgartner en 2012 ou celui d'Alan Eustace en 2014), ou faire écouter l'interview d'une personne ayant effectué un saut. Leur demander d'identifier les différentes phases du mouvement : phase d'accélération en chute libre (dès le début du saut), suivi d'une phase éventuelle de stabilisation de la vitesse, puis phase de décélération (lors de l'ouverture du parachute), suivi d'une phase assez longue de mouvement à vitesse constante, pour terminer par une phase de décélération (lors du contact avec le sol).
 2. Énoncer la situation et demander aux élèves dans quelles situations on se sent lourd (que l'on soit plongé dans un liquide ou posé sur un support). Recueillir des idées d'expériences simples permettant de vérifier ces propositions.
 3. Mener une expérience telle que l'observation de l'indication d'un dynamomètre auquel on a suspendu un lest, tout en modifiant la vitesse de déplacement, ou encore l'observation de l'indication d'un pèse-personne sur lequel on se place dans un ascenseur en mouvement.
- Repérer les forces en présence et en effectuer le bilan. À l'aide de la loi fondamentale de la dynamique, conclure sur le lien entre la sensation de poids (le poids apparent),

la force de résistance que doit exercer un support sur une personne, et l'accélération ressentie.

4. Rechercher des expériences réalisables en classe, permettant d'étudier l'une ou l'autre des phases du mouvement identifiées en début d'activité et de mesurer l'accélération verticale de l'objet.
5. Réaliser par exemple une vidéo d'un objet en chute libre, d'un objet pénétrant dans de l'eau, ou encore de la chute d'une bille dans une longue colonne verticale de glycérine (utiliser un long tuyau de plexiglas, ou un dispositif commercialisé par une firme de matériel didactique). Pour chaque phase du mouvement, analyser cette vidéo¹³ de manière à déterminer (qualitativement ou quantitativement) l'évolution de l'accélération de l'objet en fonction de sa hauteur.
6. On peut éventuellement étudier le mouvement d'un objet présentant de la résistance à l'air (par exemple de grands cônes en papier ou des filtres à café ronds empilés l'un sur l'autre) à l'aide d'un capteur de position à ultrasons. On peut également illustrer le rôle déterminant joué par la résistance de l'air à l'aide d'un tube de Newton.
7. En conclusion, utiliser l'ensemble des observations menées afin d'expliciter l'évolution de la sensation de poids d'un parachutiste au cours de sa chute.

¹³ Par exemple, à l'aide d'un logiciel.

Situation 2. La brosse à dents électrique (UAA7)

DÉVELOPPEMENT ATTENDU PRINCIPALEMENT VISÉ

À partir d'une expérience réalisée en classe faisant intervenir l'induction électromagnétique entre bobines, décrire comment produire et capter une onde électromagnétique (A6).

L'élève met en évidence l'existence d'une onde électromagnétique par le transfert d'énergie sans transport de matière entre les deux bobines. Il montre que le transfert d'énergie augmente quand un cadre en fer doux relie les deux bobines (transformateur).

ÉNONCÉ DE LA SITUATION

Expliquer comment une brosse à dents électrique se recharge sans être reliée par aucun fil à sa base.

SUGGESTIONS POUR LE PROFESSEUR

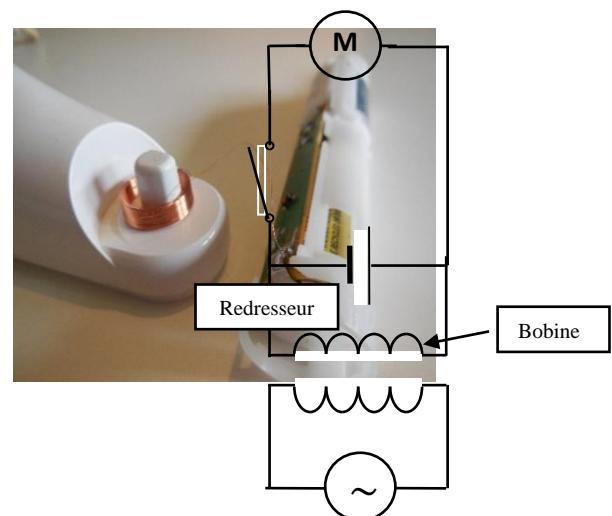
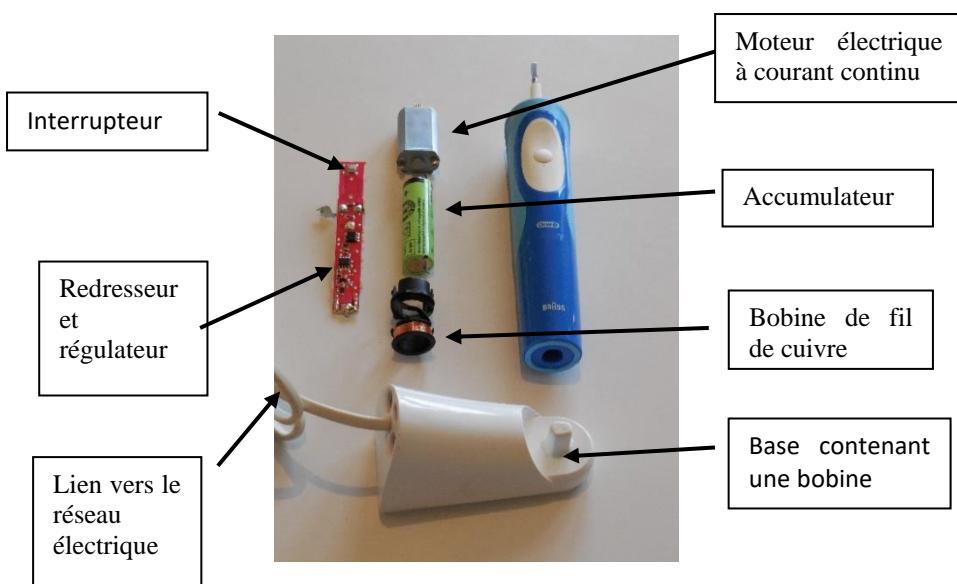
1. Avec les élèves, identifier les composants d'une brosse à dents électrique (dans la base : bobine ; dans le manche de la brosse : bobine, accumulateur, moteur, interrupteur et circuit électronique). Faire remarquer que de l'énergie doit être transférée de la base à la brosse alors qu'il n'y a pas de contact électrique entre les deux. Poser la question : quels sont les champs connus (électrique, magnétique et gravifique) qui pourraient expliquer cette action à distance ?
 2. Rappeler qu'un courant électrique circulant dans une bobine produit un champ magnétique, et montrer expérimentalement dans quelle mesure un champ magnétique peut induire un courant électrique dans une bobine.
 3. Reproduire la situation de la brosse à dents électrique à l'aide de deux bobines de laboratoire placées dans le même axe et à proximité l'une de l'autre. Demander comment alimenter la première bobine pour obtenir un courant dans la seconde. Faire comprendre qu'il faut produire un champ magnétique variable à l'aide de la première bobine pour exercer une force à distance sur les électrons de la seconde bobine : la première bobine doit donc être alimentée par un courant alternatif, qui provient directement du réseau.
 4. Comparer à l'oscilloscope les fréquences des courants dans les deux bobines. Demander d'interpréter l'observation en termes de résonance. Remarquer la nécessité de transformer le courant alternatif en courant continu pour alimenter le moteur (notion de redresseur).
 5. Faire remarquer que l'on peut améliorer la transmission d'énergie entre les deux bobines à l'aide de noyau ou de cadre en fer (transformateur).
 6. Généraliser la situation étudiée en introduisant la notion de flux magnétique et le lien entre sa variation et le courant induit.
- Placer un long noyau à l'intérieur d'une bobine disposée horizontalement et raccordée à un générateur continu muni d'un interrupteur. Faire passer le noyau dans un anneau en cuivre suspendu et libre d'osciller. Faire observer les mouvements de l'anneau lors de la fermeture et de l'ouverture de l'interrupteur et en déduire la loi de Lenz.
- Montrer qu'une tension induite apparaît aux bornes de la seconde bobine du transformateur, même lorsqu'elle n'est raccordée à aucun circuit.

7. Synthétiser les informations récoltées et revenir sur la question initiale pour faire rédiger l'explication par les élèves.

Éventuellement, expliquer le principe de la production de courant alternatif dans l'alternateur. Montrer en quoi l'induction magnétique variable est à la base du concept d'onde électromagnétique.

Éventuellement, aborder les questions en suspens (rôle de l'accumulateur, transformation d'un mouvement rotatif en mouvement oscillatoire, fonctionnement du pont redresseur, importance de l'utilisation de la basse tension...)

Photos et montage¹⁴



¹⁴ Photos réalisées par notre collègue Louis Hannecart.

Situation 3. Diffraction et interférence (UAA7)

DÉVELOPPEMENTS ATTENDUS PRINCIPALEMENT VISÉS

Dans le cadre d'un phénomène montré par une expérience ou par des documents, identifier les propriétés des ondes mises en jeu (propagation rectiligne, réflexion, réfraction, diffraction, interférences, effet Doppler, ondes stationnaires) (C5).

Mettre en évidence une des propriétés des ondes à l'aide d'une réalisation expérimentale ou d'un ou plusieurs documents (A4).

Sur base de documents ou d'expériences (vécues ou réalisées), l'élève identifie et décrit les propriétés des ondes impliquées qu'il s'agisse de la propagation rectiligne, de la réflexion, de la réfraction, de la diffraction, de l'interférence, du régime stationnaire ou de l'effet Doppler.

Estimer la valeur d'une grandeur physique dans une situation impliquant un phénomène ondulatoire (par exemple: la longueur d'onde au moyen d'une figure d'interférences, la taille d'un obstacle par un phénomène de diffraction, ...) (A5).

L'élève détermine :

1. une longueur d'onde au moyen d'une figure d'interférence ;
2. la taille d'un obstacle ou d'une fente par un phénomène de diffraction ;
3. ...

ÉNONCÉ DE LA SITUATION

Mettre en évidence le caractère ondulatoire de la lumière en éclairant des réseaux de diffraction par différentes sources lumineuses.

EXEMPLE DE MATÉRIEL

Différentes diodes laser (rouge, bleu, violet, ...), une lampe de poche (type crayon), des boîtes en plastique transparent (de dimensions proches de celles d'une boîte à tartines), différents réseaux pouvant comporter de 50 à 1 000 fentes par mm, un pied à coulisse, du papier millimétré, un statif, une noix de serrage, une pince de serrage, du papier collant, de l'eau.

SUGGESTIONS POUR LE PROFESSEUR

1. Rappeler que le laser est un instrument qui doit être manipulé avec précaution, ce n'est pas un jouet : une mauvaise manipulation peut altérer la vision de façon définitive !
2. Demander aux élèves de réaliser les opérations suivantes.
 - a) Mesurer avec précision les dimensions de la boîte.
 - b) Fixer un des réseaux à l'extérieur d'une des faces de la boîte à l'aide du papier collant et fixer une bande de papier millimétré à l'extérieur de la face opposée pour constituer un écran de projection (selon le réseau sélectionné, utiliser le grand ou le petit côté de la boîte).
 - c) Fixer la lampe de poche ou la diode laser au moyen du statif, de la pince et de la noix de serrage de telle sorte que la source lumineuse éclaire le milieu du réseau.
 - d) Décrire les figures apparaissant sur l'écran (couleurs, forme, position, intensité, ...).

- e) Dans le cas où la source est une diode laser, mesurer les écarts des différents maxima (par rapport au maximum central) à l'aide du pied à coulisso ou en se basant sur le papier millimétré.
- f) Commenter et expliciter en termes d'ondes les différentes observations réalisées.
- g) Tout en laissant la diode laser en fonction, remplir la boite d'eau et observer comment évoluent les positions des maxima. Effectuer des mesures avec différentes diodes laser et différents réseaux.
- h) Sur base des mesures et à l'aide d'un schéma, déterminer les longueurs d'onde des sources lumineuses. Comparer les valeurs obtenues aux valeurs théoriques (littérature, Internet, ...).
- i) Déterminer l'indice de réfraction de l'eau sur base du rapport des longueurs d'ondes et donc des vitesses de propagation de la lumière pour une même diode laser dans l'eau et dans l'air.

On peut éventuellement calculer les incertitudes de mesure et vérifier la cohérence des résultats.

GLOSSAIRE

Acquis d'apprentissage (AA)	<p><i>Énoncé de ce que l'élève sait, comprend et est capable de réaliser au terme d'un processus d'apprentissage. Les acquis d'apprentissage sont définis en termes de savoirs, aptitudes et compétences (Décret Missions).</i></p> <p><i>Les acquis d'apprentissage sont définis en termes de compétences, de processus (ou tâches) et de ressources (savoirs, savoir-faire, aptitudes).</i></p>
Activité d'apprentissage	<i>Ensemble d'actions menées par le professeur et réalisées par les élèves. L'objectif est l'acquisition de ressources nouvelles (savoirs, savoir-faire, attitudes, ...).</i>
Aptitude	<i>Capacité d'appliquer un savoir et d'utiliser un savoir-faire pour réaliser des tâches et résoudre des problèmes. (SFMQ)</i>
Compétence	<i>Aptitude à mettre en œuvre un ensemble organisé de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes permettant d'accomplir un certain nombre de tâches. (art. 5, 1° du Décret Missions)</i>
Compétences terminales	<i>Référentiel présentant de manière structurée les compétences dont la maîtrise à un niveau déterminé est attendue à la fin de l'enseignement secondaire. (Décret Missions)</i>
Évaluation à « valeur certificative »	<i>Évaluation d'un niveau de maîtrise des compétences au sein d'une discipline (ou groupe de disciplines) sur laquelle sera construite soit la décision de l'obtention d'un certificat, soit la décision de passage de classe, d'accès à un nouveau degré ou à une nouvelle phase.</i>
Évaluation à « valeur formative »	<i>Évaluation effectuée en cours d'activité et visant à apprécier le progrès accompli par l'élève et à comprendre la nature des difficultés qu'il rencontre lors d'un apprentissage ; elle a pour but d'améliorer, de corriger ou de réajuster le cheminement de l'élève ; elle se fonde en partie sur l'auto-évaluation. (Décret Missions)</i>
Programmes d'études	<i>Référentiel de situations d'apprentissage, de contenus d'apprentissage, obligatoires ou facultatifs, et d'orientations méthodologiques qu'un pouvoir organisateur définit afin d'atteindre les compétences fixées par le Gouvernement pour une année, un degré ou un cycle. (Décret Missions)</i>
Ressources	<p><i>Ensemble des savoirs, savoir-faire, attitudes, ... qui seront installés dans diverses activités. Elles seront ensuite mobilisées dans une situation d'intégration.</i></p> <p><i>Ensemble de savoirs, savoir-faire, attitudes et stratégies qui seront actualisés, découverts, mobilisés au cours de l'unité d'apprentissage et qui s'avèrent incontournables lors de la réalisation de tâches relevant des compétences visées.</i></p>
Savoir	<i>Résultat de l'assimilation d'informations acquises par l'étude, l'observation, l'apprentissage et/ou l'expérience. Le savoir est un ensemble de faits, de principes, de théories et de pratiques liés à un domaine de travail ou d'étude.</i>
Situation d'apprentissage	<i>Ensemble de dispositifs au cours desquels un élève va s'approprier de nouvelles ressources (savoirs, savoir-faire, attitudes, ...).</i>

ANNEXES

Annexe 1. Tableau des savoir-faire et des attitudes

	Cerner la situation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Énoncer une problématique. ▪ Décrire/ représenter une situation. ▪ Identifier des objectifs / des variables.
S	Analyser la situation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formuler une piste, une hypothèse. ▪ Proposer une stratégie de résolution. ▪ Concevoir, choisir, justifier un protocole. ▪ Évaluer un ordre de grandeur.
V	Recueillir l'information	
O	par l'expérience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Suivre un protocole. ▪ Utiliser le matériel (y compris informatique). ▪ Organiser son poste de travail. ▪ Effectuer des mesures précises. ▪ Réaliser un tableau des mesures. ▪ Utiliser les unités SI.
I	par la recherche documentaire ou la consultation de personnes-ressources	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rechercher l'information. ▪ Extraire l'information.
R	par l'observation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utiliser ses cinq sens. ▪ Réaliser un dessin, un croquis ou un schéma. ▪ Distinguer / différencier / classer.
-	par l'utilisation d'un modèle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utiliser une simulation, une analogie, une maquette, une loi.
A	Traiter l'information	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utiliser l'outil mathématique / informatique. ▪ Élaborer un graphique. ▪ Mettre en relation des informations recueillies. ▪ Confronter les informations recueillies à celles d'autres groupes ▪ Résoudre une application numérique simple. ▪ Vérifier la cohérence des unités. ▪ Expliquer, justifier.
I	Valider les résultats	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Confronter les résultats obtenus au résultat attendu ou à l'hypothèse initiale. ▪ Élaborer une synthèse critique.
R	Communiquer	Présenter sous une forme appropriée.
E	ATTITUDES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rigueur, précision. ▪ Respect des consignes de sécurité. ▪ Responsabilité par rapport à l'environnement, à la santé, au vivant. ▪ Curiosité, imagination. ▪ Esprit critique. ▪ Travail en groupe. ▪ Autonomie. ▪ Implication dans les tâches.

Annexe 2. Les caractéristiques d'une tâche

Il s'agit, pour l'élève, de mener à bien – avec une certaine autonomie – une activité qui consiste à articuler des informations de natures différentes et éparses, à mobiliser et à intégrer des ressources (savoirs, savoir-faire, gestes, attitudes, ...) dans certaines conditions pour atteindre un but. Pour être une tâche, une activité demandée aux élèves répond aux caractéristiques suivantes :

- l'activité amène à une production utile pour le scientifique ou elle s'inscrit dans un contexte authentique (viable en dehors de la classe), concret et proche du vécu des élèves ;
- il y a un but concret à atteindre (les ressources sont mobilisées pour résoudre un problème, pour prendre une décision pratique ou citoyenne) ;
- les ressources à mobiliser ne sont pas toutes désignées aux élèves ;
- la situation est nouvelle pour les élèves ;
- la réalisation nécessite que l'élève passe par 3 étapes : problématisation – recueil, transfert et traitement de l'information – communication.

Par « problématisation », il faut entendre ici le fait que l'élève est capable de cerner la situation ou le problème qui lui est proposé, par exemple en l'exprimant avec ses propres mots.