

ASBL ECOLE DECROLY L'ERMITAGE

Drève des Gendarmes, 45 – 1180 Uccle – Tél 02/374 17 03 – Fax : 02/374 02 71

Email : secretariat@ecoledecroly.be

PROGRAMME DE SCIENCES

Présentation générale du programme	4
L'enseignement des sciences en relation avec le projet d'établissement	4
L'enseignement des sciences en relation avec l'approche par compétences.....	6
Les objectifs de l'enseignement des sciences	7
Note importante.....	7
Le programme du 2 ^{ème} degré.....	8
Généralités.....	8
Le programme de sciences de base	8
Le programme de 3 ^{ème} en sciences de base	8
Quelques exemples de situations d'apprentissage	8
Physique	9
Chimie	10
Biologie	10
Le programme de 4 ^{ème} en sciences de base	11
Quelques exemples de situations d'apprentissage	11
Physique	12
Chimie	13
Biologie	13
Le programme de sciences générales	14
Le programme de 3 ^{ème} en sciences générales	14
Quelques exemples de situations d'apprentissage	14
Physique	15
Chimie	15
Biologie	15
Le programme de 4 ^{ème} en sciences générales	16
Cette partie du cours vise à compléter la partie énoncée précédemment du cours de sciences de base. Elle est articulée autour d'une politique annoncée d'aller plus loin dans les pratiques de laboratoire, ainsi que dans les approches quantitatives de la matière. Aucun thème précis n'y est attaché.....	16
Quelques exemples de situations d'apprentissage	16
Physique	16
Chimie	17
Biologie	17
Pour une ou deux des sciences	17
Le programme du troisième degré	17
Généralités.....	17
Le programme de sciences de base	18
Le programme de 5 ^{ème} en sciences de base	18

Quelques exemples de situations d'apprentissage	18
Physique	19
Chimie	19
Biologie	20
Le programme de 6 ^{ème} en sciences de base	21
Quelques exemples de situations d'apprentissage	21
Physique	22
Chimie	22
Biologie	23
Le programme de sciences générales	24
Le programme de 5 ^{ème} en sciences générales	24
Situations d'apprentissage	24
Physique	25
Chimie	26
Biologie	27
Le programme de 6 ^{ème} en sciences générales	28
Quelques exemples de situations d'apprentissage	28
Physique	29
Chimie	30
Biologie	30

Présentation générale du programme

L'enseignement des sciences en relation avec le projet d'établissement

Ce programme est en concordance avec le projet d'établissement qui établit l'ordre des priorités et organise les séquences d'apprentissage :

- Le point de départ de l'apprentissage decrolyen (qui sera respecté chaque fois que possible) est l'observation (sur le terrain aux alentours de l'école, en voyage ou en excursion, en classe, au laboratoire). Sinon, on fait appel aux souvenirs, aux connaissances déjà acquises par les élèves comme point de départ d'une activité.
- Priorité est donnée à une approche globale de la matière; les démarches spécifiques à chacune des sciences (physique, chimie, biologie) n'étant précisées que peu à peu.
- La démarche privilégie toujours le sens « du concret vers l'abstrait », à savoir la démarche inductive, même si, en temps utile les démarches déductives sont exercées avec les élèves. Dans ce cadre, autant que possible, surtout pour les sciences de base, les expérimentations, même simples sont mises en œuvre par les élèves. Ces manipulations, souvent en petits groupes sont privilégiées aux dispositifs de démonstration où les élèves restent en position de spectateurs.
- Chaque fois que c'est possible, une démarche interdisciplinaire est mise en place. En particulier, au 2^{ème} degré, le cours de mathématique et le cours de sciences sont donnés par le même enseignant afin d'assurer un enseignement le plus global possible. Pour les élèves ayant le cours de math 2h au 3^{ème} degré, la même approche est privilégiée dans l'optique d'une formation scientifique du citoyen bien formé et bien informé.

Pour mettre en place ces priorités, un certain nombre de choix ont été opérés dans l'école :

- le cours de sciences de base d'une année (de la 3^{ème} à la 6^{ème}) est donné par un seul enseignant. Cet enseignant donne éventuellement aussi le cours de mathématique (voir ci-dessus). Quand un sujet peut être abordé par le biais de deux ou trois sciences (par exemple, l'étude de la structure de la matière) les démarches propres à chacune des sciences sont mises en évidence, au moins oralement, pour que les élèves soient conscients de la différence d'approche propres à la physique, à la chimie et à la biologie.
- Le cours de sciences générales du 2^{ème} degré est constitué du cours de sciences de base (donné en groupe-classe hétérogène), ce qui permet de privilégier

l'approche globale et interdisciplinaire et donne une assise stable à la volonté de former des citoyens informés et critiques. Il est complété d'un cours de 2h qui installe les pré-requis pour le cours de sciences générales du 3^{ème} degré.

- Seul le cours de sciences générales du 3^{ème} degré est séparé en trois cours de physique, chimie et biologie afin d'assurer une compréhension fine des spécificités de chacune de ces sciences.

Les professeurs de sciences-mathématiques se réunissent une fois par semaine pour s'informer mutuellement sur des contenus, aborder des questions de fond, coordonner les apprentissages des différentes classes d'un même niveau,... Le présent programme est le fruit d'un long travail collectif. Chaque jeune enseignant qui entre en fonction dans l'école est parrainé par un professeur expérimenté qui l'aide à s'approprier le présent programme.

Le programme sera ensuite présenté par degré, par année d'étude. Intentionnellement, les exemples de situations d'apprentissage seront présentés avant les contenus relatifs à chacune des sciences. Il s'agit d'affirmer que, quel que soit le point de départ, choisi en fonction de l'intérêt des élèves, de l'actualité, des possibilités d'organiser une activité concrète, il y a moyen d'engranger un certain nombre de savoirs et d'exercer toutes les compétences requises. Les cours ne seront donc pas identiques d'une classe à l'autre, d'une année à l'autre, certains savoirs et savoir-faire, les compétences exercées seront plus utiles dans un cas que dans l'autre.

Ces différences sont acceptées et même valorisées, l'idée étant que c'est d'abord par l'action (comprendre en observant, construire, mesurer, ... y compris pour un système complexe) et par l'exemple (du travail de l'enseignant) que l'apprentissage des liens qui nous semblent si importants peut être le mieux intégré par les élèves. L'enseignant garde toutefois la responsabilité d'asseoir un socle commun aux différentes classes, de savoirs et savoir-faire (selon les chapitres développés ci-dessous) ainsi que d'assurer l'exercice régulier des compétences, ainsi que leur évaluation (en référence aux différentes familles de tâches).

Ainsi donc, ce programme doit être compris comme un guide de travail qui peut être modulé de manière raisonnable et raisonnée par l'enseignant, en fonction des points de départ dont il dispose pour déployer les thèmes. Le travail de listage de toutes les compétences et savoirs écrits dans le référentiel « Compétences terminales en sciences » a été effectué et nous a montré que, dans la grande majorité des cas, les exigences étaient rencontrées, même si la structure générale de présentation n'était pas respectée pour les raisons expliquées plus haut.

Cette évaluation sera envisagée selon les deux volets :

- évaluation formative, pratiquée au quotidien, dans l'interaction avec les élèves, le plus souvent oralement
- évaluation certificative, selon le projet d'établissement et le règlement des études, axée principalement sur l'évaluation continue, toutes les productions individuelles ou collectives faisant l'objet d'une évaluation (contrôle, rapport de laboratoire, recherches, travaux de groupes, synthèse sur panneau,...)

L'enseignement des sciences en relation avec l'approche par compétences

Ce programme est en concordance avec le Décret « Missions prioritaires de l'enseignement » de 1997, en particulier les articles 6 et 25.

Il prend en compte le référentiel de compétences en Sciences et adhère complètement aux « compétences et attitudes communes à la biologie, la chimie et la physique » détaillées p.6 et 7 du référentiel pour les sciences de base, pp.15 à 17 pour les sciences générales.

Pour mémoire, les compétences scientifiques sont les suivantes:

Honnêteté intellectuelle

Rapporter ce que l'on observe et non ce que l'on pense devoir observer

Reconnaître les limites du travail entrepris

N'émettre un jugement que s'il entre dans le cadre précis d'un débat

Équilibre entre ouverture d'esprit et scepticisme

Adapter son jugement aux données nouvelles

Veiller à l'exactitude de ses argumentations

Confronter les informations provenant de sources diverses

Compétences nécessaires au travail scientifique

Curiosité et participation au travail d'une équipe

Souci de rigueur et de cohérence

Confronter ses représentations avec les théories établies

Modéliser les faits observés

Expérimenter

Maîtrise des compétences techniques

Bâtir des raisonnements logiques

Communiquer ses résultats oralement et par écrit

Il intègre les savoirs ou contenus, savoir-faire ou maîtrise d'une procédure, compétences (selon les définitions du Décret « Missions »).

Il a pris en compte les travaux de la Commission des Outils d'évaluation, en particulier les 4 familles de tâches à exercer et à évaluer, à savoir :

- *Décrire, expliquer un phénomène ou le fonctionnement d'un objet, prévoir l'évolution d'un phénomène*
- *Mener à bien une démarche expérimentale (pas à certifier au 2^{ème} degré, ni en sciences de base)*
- *Résoudre une application concrète*
- *Présenter sous une autre forme une information, un concept, un processus ou un phénomène naturel*

Les objectifs de l'enseignement des sciences

- Disposer d'un certain nombre de connaissances et avoir la capacité de les mettre en lien pour pouvoir porter un regard critique sur le monde et l'actualité.
- Intégrer la notion de développement durable et de respect de l'environnement.
- Asseoir la démarche scientifique qui, même à partir de raisonnements inductifs, vise toujours à émettre des hypothèses et à les confronter avec différentes formes de la réalité (observation, recherche documentaire, contacts avec des scientifiques).
- Mettre en œuvre l'articulation compétences, savoir-faire, savoir au quotidien sans privilégier un aspect à l'autre.
- Développer la curiosité, susciter le goût des sciences, apprendre à utiliser la démarche scientifique.
- Remettre l'état actuel des sciences dans leur contexte historique et apprendre à pouvoir réfléchir sur la place des sciences dans nos sociétés (se construire sa propre idée sur l'argument scientifique comme argument d'autorité, sans verser dans le relativisme des opinions).

Note importante

L'ordre dans lequel sont présentés les contenus ne doit en aucun cas être considéré comme un ordre selon lequel les matières doivent être vues. De la même manière, les énoncés ne sont pas nécessairement les têtes de chapitre. Deux lignes peuvent être fusionnées pour ne faire l'objet que d'un seul chapitre.

Le programme du 2^{ème} degré

Généralités

Le cours de sciences au deuxième degré se passe, pour sa majorité (3h sur 5) en groupe-classe, rassemblant les élèves de sciences de base et de sciences générales. Ce cours est toujours donné en interdisciplinarité avec le cours de mathématiques et donné par le même enseignant. L'objectif est de donner la plus grande assise à un tronc commun de connaissances et de compétences scientifiques avant de laisser une plus grande liberté de choix au troisième degré.

Le programme de sciences de base

Le programme de 3^{ème} en sciences de base

En 3^{ème}, l'apprentissage s'organise autour d'un centre d'intérêt, selon un des principes de base de la pédagogie decrolyenne. Le thème actuellement traité en 3^{ème} est actuellement « Sociétés ». Précisons qu'un autre centre d'intérêt pourrait être choisi (par une éventuelle révision du projet d'établissement) sans invalider le présent document, le principe de base étant de trouver des portes d'entrée concrètes basées sur l'intérêt des adolescents afin d'organiser un certain nombre de savoirs pour entraîner les compétences transversales et disciplinaires.

Chaque fois que possible, ces apprentissages seront organisés en interdisciplinarité avec un ou d'autres cours, par exemple...

Quelques exemples de situations d'apprentissage

Le thème « Sociétés » amène nécessairement à se poser des questions d'ordre scientifique : tout choix personnel ou social entraîne des conséquences économiques, environnementales,... Ces choix inévitables doivent se fonder sur des connaissances solides et précises.

- Comment acheter un appareil électrique en toute connaissance de cause ? On examine les fiches techniques des appareils, mais aussi des ampoules ; on repère les caractéristiques, on évalue l'utilité de telle ou telle puissance, l'impact en termes de consommation,... Par exemple, en combien de temps une bouilloire électrique donnée peut-elle mener à ébullition 1 L d'eau ? On peut comparer la théorie et la réalité.

- Quels sont les modes de production, de transport et de distribution de l'électricité ? On peut aller visiter la cabine haute tension de l'école avec l'aide d'un technicien et essayer d'en observer et d'en comprendre un maximum d'éléments.

- On demande aux élèves d'observer le compteur électrique de l'école et/ou de la maison (en prévoyant des solutions de rechange s'il est inaccessible) ; on propose d'examiner la facture annuelle et d'en comprendre toutes les composantes (unités, équivalences,...). On peut faire la même démarche avec la consommation de gaz.
- Pourquoi transporter l'électricité sous haute tension ?
- La question « Pourquoi le gaz sort-il de la cuisinière ? » amène à parler de pression, à effectuer des mesures avec un manomètre,... C'est aussi l'occasion d'aborder des réactions chimiques simples, ici de combustion.
- Comment prévoir si un corps va flotter ou non ? Expliquer
- A partir de récolte de matériaux en voyage scolaire ou en excursion (par exemple, verre, cristal, produits de fonderie, ciment,...), on élabore une classification en termes de corps purs/mélanges, on met en évidence leur composition élémentaire, on construit et/ou on observe une version simplifiée du tableau de Mendeleev, on mène quelques expériences simples au laboratoire.
- On construit une classification des animaux en fonction de leur degré de socialisation: élaboration de critères applicables à l'ensemble des groupes, recherche documentaire, présentation sous forme d'un tableau comparatif, mise en commun.
- On met en évidence, expérimentalement, la densité superficielle des corpuscules de tact sur l'épiderme humain, en appliquant des paires d'aiguilles. On formule des hypothèses sur le mécanisme de transmission de la sensation, on vérifie ces hypothèses dans des documents, on met en commun le résultat des recherches. Ensuite, on peut mettre en évidence le réflexe rotulien comme réponse du système nerveux à un stimulus.
- A partir de plusieurs documents de différents niveaux de vulgarisation (magazine, article scientifique, vidéo, conférence...), on sensibilise aux problèmes liés aux assuétudes, on explicite les mécanismes d'action des drogues sur le cerveau.

Physique

Matière (en liaison avec la chimie)

Structure et propriétés de la matière : changements d'état, modèle microscopique des 3 états de la matière (agitation thermique et cohésion)
 Pression, énergie thermique, chaleur et température
 Pour ces deux points: révisions et compléments du 1^{er} degré

Électricité :

Caractéristiques générales d'un circuit électrique, rôle de l'interrupteur, circuit ouvert, circuit fermé, rôle du générateur.

Courant continu, courant alternatif (qualitativement)

Fonctionnement d'une installation électrique simple

Sécurité : fusible, disjoncteur, prise de terre,... (qualitativement)

Lecture et analyse d'une facture d'électricité

A partir de cas concrets, études des différentes grandeurs propres à l'électricité : énergie, différence de potentiel, intensité, puissance, résistance et leurs unités (+ comparaison de la calorie, déjà connue et du Joule)

Loi d'Ohm

Transport de l'énergie électrique, sécurité. Lignes à haute tension

Perte sous forme de chaleur – Effet Joule (qualitativement)

Fluides

Pression dans un liquide, dans un gaz

Gaz parfaits (introduction)

Lien entre pression et volume dans un gaz, à température constante. Loi de Boyle-Mariotte

Chimie

Classification des corps constitutifs de la matière : mélanges homogènes, hétérogènes, corps purs simples et composés, substances minérales et organiques, description de quelques éléments, métaux – non métaux à partir d'exemples de la vie quotidienne

Principales propriétés et usages de produits chimiques courants, en particulier acides, bases et sels qui nous entourent

Conventions d'écriture : symboles, formules chimiques. Notion de valence

Description et construction du tableau périodique

Oxydes métalliques, oxydes non métalliques, acides, bases, sels : nomenclature, réactions

Écriture stœchiométrique d'une réaction chimique

Biologie

Les sociétés animales, sur quelques exemples

Communication

Organes des sens

Ethologie (première approche)

La cellule vue au microscope optique

Différentes parties

Distinction entre cellule animale et cellule végétale

Différents types de cellules

Le système nerveux

Le système nerveux humain: description, fonctionnement,

Le neurone, la synapse et la transmission de l'influx nerveux (notions élémentaires)

Hygiène et dysfonctionnements (maladies, assuétudes)

Systèmes nerveux chez les animaux : quelques cas

Les enjeux environnementaux liés à la production d'aliments, de déchets et/ou à diverses pollutions (en parallèle avec les sujets d'actualité et/ou de morale)

Le programme de 4^{ème} en sciences de base

Quelques exemples de situations d'apprentissage

En 4^{ème}, le cours de sciences s'organise autour des thèmes « Mouvements – Energie - Ecologie ». Plusieurs approches sont possibles, par exemple :

- A partir d'un relevé de position et de temps de passage des voitures sur la chaussée à proximité de l'école ou à partir d'un horaire de trains en cas d'excursion par le rail, mise en graphique et introduction des notions de vitesse instantanée, vitesse moyenne ; discussion des contraintes de limitations de vitesse dans le code de la route.
- Dans la cage d'escalier de l'école, on chronomètre le temps de chute d'une bille à partir de chacun des trois étages. On établit un graphique de la distance parcourue en fonction du temps, on le transforme en un graphique distance/temps au carré, on trace la droite et on en tire l'équation de la parabole.
- Les élèves cherchent dans des livres des expériences prouvant que la chute des corps n'est pas un mouvement à vitesse constante. Ils expérimentent la validité et la faisabilité de ces expériences. Ils présentent les résultats de leurs recherches à la classe. En groupe-classe, on fait l'expérience qui semble la plus simple, par exemple la chute d'un corps, mesurée sur des photos prises avec un flash stroboscopique. Une mesure expérimentale de g en est déduite, la validité du résultat est discutée. Les énergies potentielle et cinétique de la gravitation sont abordées.

- On étudie l'eau comme fluide calo-porteur:
 - chauffage, radiateurs et vase d'expansion (à quoi sert-il?), vanne thermostatique. Cela amène à étudier la notion de masse volumique et/ou
 - dans l'atmosphère, l'eau existe sur terre sous ses 3 états, l'eau est un solvant quasi universel, on étudie les conséquences de ces faits sur l'écosystème « Terre ».

- On compare les différentes sources d'énergie utilisées par les êtres vivants dans un écosystème, ce qui amène à étudier le cycle du carbone.

- On étudie la production d'électricité dans différents types de centrales. On analyse cette production en termes de transformations d'énergie. On fait le lien avec le cycle du carbone et les perturbations anthropiques.

- On étudie comparativement différents types d'eau: eau de mer, eaux minérales, eau du robinet, eau de la mare, eau distillée, eau déminéralisée,... conductivité, acidité, ions,...

- On s'efforcera, dans la mesure du possible, d'étudier sur le terrain, par une visite, des observations et des relevés (facteurs abiotiques et récolte d'échantillons végétaux et animaux) un écosystème proche de l'école ou rencontré lors d'un voyage ou d'une excursion : forêt, mare, marais, plage...

Physique

Mouvements rectilignes

Mouvement rectiligne uniforme et mouvement rectiligne uniformément accéléré (à partir d'une situation expérimentale):

trajectoire
vitesse (instantanée et moyenne)
accélération
distance de freinage
tracé et exploitation de graphiques

Chute des corps

Forces et équilibre

Définition d'une force

Caractère vectoriel des forces, composition de deux ou plusieurs forces, et décomposition d'une force.

Définition de l'équilibre

Lois de Newton

Différence entre masse et poids

Travail, puissance et énergie mécanique

Produit scalaire de la force par le déplacement

Transformation de l'énergie potentielle en énergie cinétique et conservation

Puissance d'une machine

Sources, formes et transformations d'énergie

Différentes transformations d'énergie sous forme de tableau, diagramme, schéma,...

Conservation et dégradation de l'énergie

Rendement d'une transformation

Chauffage, isolation

Epuisement des ressources, énergies renouvelables.

Chimie

L'eau (propriétés physiques et chimiques), les électrolytes, les ions, aux travers de l'étude de différentes eaux. Chaleur massique, de fusion, de vaporisation, masse volumique (qualitativement) sur le cas particulier de l'eau comme substance fondamentale sur terre.

Tableau périodique (utilisation d'un maximum de données) et modèle atomique, A, Z, p+, n et e-, isotopes. Règle de l'octet.

Solutions aqueuses, concentration molaire (la mole comme paquet d'atomes ou de molécules seulement)

Cohésion de la matière : liaisons chimiques (covalentes, covalentes polarisées, ioniques) et électronégativité, ponts hydrogènes (propriétés de l'eau et solubilité). Polarité des molécules.

Réactions chimiques (stœchiométrie), réactions par échanges d'ions et réactions acide-base avec introduction du pH

Biologie

Ecologie

Notion d'écosystème sur base d'au moins un exemple concret: forêt, mare, vignoble, littoral,...

L'énergie chez les êtres vivants

Photosynthèse

Respiration

Fermentation

Relations des êtres vivants avec leur milieu : facteurs physico-chimiques (température, pression, humidité, salinité, lumière)

Relations interspécifiques des êtres vivants : prédation, symbioses
Réseau trophique, pyramide trophique

Cycles biogéochimiques de l'eau, du carbone et de l'azote

Le programme de sciences générales

Le programme de 3^{ème} en sciences générales

Rappelons qu'il s'agit de lire cette partie comme un supplément (de 2h) de la partie du cours de sciences de base (3h), suivi par tous les élèves, en groupe-classe, c'est-à-dire hétérogène en ce qui concerne le niveau de sciences.

Compte tenu du fait que cette partie du programme installe des pré-requis pour le cours de sciences générales du 3^{ème} degré, l'accent est mis sur les pratiques de laboratoire et aussi sur la résolution de problèmes d'un niveau de difficulté plus important que dans le cours de sciences de base. La démarche scientifique est abordée avec plus de rigueur, la réflexion sur la nécessité et les limites des modèles scientifiques est approfondie à l'occasion d'activités concrètes.

Quelques exemples de situations d'apprentissage

Cette partie du cours n'est pas nécessairement reliée au centre d'intérêt de la 3^{ème} « Sociétés », les élèves venant de groupes-classes différents, les pratiques d'interdisciplinarité sont nécessairement beaucoup plus réduites.

- On prend connaissance avec le laboratoire, on élabore et/ou comprend les consignes de sécurité: produits corrosifs, inflammables, matériel de protection. On apprend les comportements sûrs.
- A partir d'une situation concrète, si possible dans l'école, on envisage les problèmes d'isolation thermique.
- Comment justifier les mesures de maintenance et de sécurité de quelques installations et appareils électriques ?
- A partir de montages électriques simples réalisés par les élèves, on établit un schéma (et inversement), on utilise un multimètre, on distingue branchements en série et en parallèle.
- On demande aux élèves de trouver dans un manuel, par exemple, une expérience simple permettant de comprendre comment la chaleur se propage. Par groupes, ils en choisissent une à mettre en œuvre et, cela étant fait, présentent l'expérimentation et leurs conclusions aux autres groupes.
- Comment vole un avion : portance, effet Venturi, écoulements laminaires et turbulents,...

- On réalise et on observe des coupes végétales: travail de groupe en autonomie après recherche documentaire pour pouvoir reconnaître les structures observées.
- A partir d'articles scientifiques, on examine les problèmes liés à l'activité physique en conditions extrêmes: accidents de plongée, effet de l'altitude, ... On met en lien les aspects physiques et biologiques.

Physique

Electricité

Résistances en parallèle et en série
Loi de Pouillet

Fluides

Pression atmosphérique
Lois d'Archimède, de Pascal
Expérience de Torricelli
Ecoulement laminaire et turbulent, effet Venturi (qualitativement)

Chimie

Concentration en g/L, résolution de problèmes stœchiométriques

Approfondissement de l'étude des propriétés et usages de produits chimiques courants dans le monde environnant: acides, bases et sels

Chimie, sécurité et santé: étude d'un ou plusieurs cas concrets

Biologie

La hiérarchisation de l'organisation biologique

La cellule animale et végétale
Observation au microscope
Description

Cellules, tissus, organes, appareil (végétaux et animaux): croquis et analyse de microphotographies

Physiologie des organismes : un aspect, par exemple la respiration ou l'excrétion

Description et mécanisme
Adaptation à différents milieux

Le programme de 4^{ème} en sciences générales

Cette partie du cours vise à compléter la partie énoncée précédemment du cours de sciences de base. Elle est articulée autour d'une politique annoncée d'aller plus loin

dans les pratiques de laboratoire, ainsi que dans les approches quantitatives de la matière. Aucun thème précis n'y est attaché.

Quelques exemples de situations d'apprentissage

- On lance un jet d'eau fin et puissant sous un angle mesuré. On dessine le tracé de l'ombre (obtenue avec un projecteur) de ce jet sur une feuille millimétrée. On prend un vecteur « vitesse initiale » de manière arbitraire pour avoir une unité. En plusieurs points de la courbe, on trace le vecteur tangent à la courbe et on le décompose selon ses composantes 1) parallèle à la vitesse initiale 2) verticale (gravité).
- A partir de mesures de la température en fonction du temps, on vérifie les lois de la calorimétrie au laboratoire. On introduit le calcul d'incertitude, on met en graphique avec les rectangles d'incertitude, on vérifie la linéarité.
- On compare l'acidité du jus de citron et de certains sodas à l'aide d'un pHmètre; on en tire des conclusions sur l'usage, la consommation,...
- Aspirine 500, pourquoi 500? On titre une solution d'aspirine par du NaOH pour déterminer la quantité d'acide. C'est l'occasion d'une initiation à la chimie expérimentale quantitative. On peut faire la même expérience avec du vinaigre. On peut exercer le calcul d'incertitude à cette occasion.
- A partir de différents types de sucres (glucose, fructose,..), on met des levures en culture, on observe au microscope des cellules en multiplication: dessin d'observation, mise en évidence du CO₂ produit (eau de chaux) et de l'alcool par distillation (en démonstration). Chaque élève ou groupe d'élèves élabore un rapport de laboratoire complet.
- On observe le dégagement d'oxygène dû à la photosynthèse de plantes aquatiques placées dans différentes conditions d'éclairement, de température, de concentration en CO₂ (différents types d'eau). On compte le nombre de bulles dégagées par unité de temps. On élabore un rapport de laboratoire.

Physique

Mode de propagation de l'énergie thermique: convection, radiation, conduction

Calorimétrie : expérimentation dans différents liquides, laboratoire et rapport de laboratoire, lois

Mouvement composé plane, par exemple balistique

Chimie

Révision approfondie de la nomenclature minérale, réactions par échanges d'ions (Berthollet), y compris l'approche quantitative

Réactions d'oxydo-réduction (nombre d'oxydation, oxydant, réducteur)

Réactions acide-base, titrage

Biologie

Physiologie cellulaire

On aborde les 3 mécanismes ci-dessous, on en détaille un des deux derniers au choix:

Respiration

Fermentation: étude de la levure (culture, observation au microscope, mise en évidence du CO₂, alcool)

Photosynthèse: influence de la température, de la concentration en CO₂, de la lumière, extraction de la chlorophylle (laboratoire)

Pour une ou deux des sciences

A l'occasion de manipulations, traitement des mesures et expression des résultats d'expérience, calcul d'incertitude (unités, chiffres significatifs)

Le programme du troisième degré

Généralités

A ce niveau d'étude, les cours de sciences sont dissociés des cours de mathématiques. Les élèves peuvent choisir entre le cours de sciences de base (compétences, savoir-faire et savoirs pour un futur citoyen) et le cours de sciences générales (compétences, savoir-faire et savoirs pour aborder de futures études scientifiques). Pour les élèves ayant choisi le cours de mathématiques 2h, seul le choix du cours de sciences de base est possible, il est donné par un seul enseignant pour assurer la meilleure interdisciplinarité possible. Le cours de sciences de base est toujours donné par un seul enseignant à partir de thèmes. Le cours de sciences générales est scindé en un cours de physique (3h), chimie (2h) et biologie (2h), chacun donné par un professeur spécialiste en la matière afin d'assurer l'enseignement des approches spécifiques à chaque science.

Les approches quantitatives sont beaucoup plus systématiques en sciences générales qu'en sciences de base où la compréhension globale et concrète d'un phénomène réel est privilégiée.

En sciences générales, le rapport de laboratoire complet, du mode opératoire jusqu'aux conclusions, est un apprentissage d'abord guidé mais qui doit pouvoir être

mené de manière personnelle, y compris dessins, schémas, graphiques et interprétations en fin de cursus.

Le programme de sciences de base

Le programme de 5^{ème} en sciences de base

Quelques exemples de situations d'apprentissage

- On demande aux élèves d'observer la lune et de noter leurs observations: heure de lever et de coucher, déplacements, situation dans le ciel, phases. On part de ces observations pour expliquer le mouvement diurne et le mouvement orbital.
- Sur un logiciel adapté (par exemple Cybersky), on « observe » les satellites de Jupiter. On introduit les lois de Kepler. On demande une recherche personnelle ou en groupe sur l'histoire du concept de gravitation et de la cosmologie (étude partielle).
- On observe les instruments optiques (lunette et télescope) de l'observatoire de l'ULB. Si le temps le permet, on observe le ciel et on effectue des rapprochements avec les connaissances théoriques.
- En lien avec la chimie organique, les publicités pour les voitures disent-elles vrai (par exemple émission de 99 g de CO₂/km). Comment vérifier? Ces calculs amènent à une prise de conscience en représentant les quantités en masse et en volume.
- On étudie les chaufferettes à usage unique et/ou réutilisables. Quelle réaction se produit-elle? Comment pourrait-on évaluer la quantité d'énergie dégagée (cycle de Hess qualitativement). La même étude peut être menée pour les pochettes de froid.
- Sur base des connaissances acquises par les élèves les années précédentes et mises en commun, on établit une classification d'êtres vivants cités par eux ; on la discute afin de mettre en évidence l'unicité et la diversité du vivant. On peut s'aider de logiciels de classification.
- On analyse des articles d'actualité traitant de sujets mettant en évidence des molécules (stéroïdes anabolisants, insuline, EPO, ...) ou des phénomènes (fermentation alcoolique, fermentation lactique...) vus ou évoqués au cours.

Physique

Principaux objets et phénomènes célestes

Différents objets dans le ciel: planètes, étoiles, satellites, comètes, galaxies,...

Système solaire et gravitation

- Quelques aspects historiques des modèles du système solaire
- Les différentes planètes du système solaire
- Eclipses
- Phases de la lune
- Le mouvement circulaire uniforme (formules sans démonstration)
- Les lois de Kepler
- La loi de la gravitation universelle et lien avec la pesanteur sur une planète

Phénomènes optiques

- Vitesse et nature de la lumière
- Réflexion, réfraction, réflexion totale
- Décomposition de la lumière, couleurs (première approche)

Instruments d'optique

- Lentilles convergentes et divergentes, foyer, images réelles et virtuelles
- Étude de quelques instruments d'optique : lunette et télescope, jumelles, loupe, microscope, appareil photographique,...
- L'œil et ses défauts

Chimie

Le monde chimique qui nous entoure (rappel de la constitution de la matière dans la biosphère, la lithosphère, ..., de ses états physiques,
A cette occasion, on reparlera de masse molaire et de volume molaire

Chimie organique :

- Historique de la chimie organique synthétique (quelques exemples)
- Différentes formes de carbone: diamant, graphite
- Différentes sources de carbone : hydrocarbures, gaz naturel
- Nomenclature et groupes fonctionnels des molécules ci-dessous à partir de substances courantes (formule brute et formule développée de certains exemples, isomères de structure, propriétés dans le domaine de la santé, sécurité , environnement ...)
- Hydrocarbures (alcanes, alcènes, alcynes, aromatiques)
- Alcools
- Ethers
- Aldéhydes - Cétones

Acides

Esters

Amines

Acides aminés

Exemples de réactions par addition et par élimination d'eau :

Polymérisation (macromolécules biologiques : glucides, protéines et macromolécules synthétiques : PVC, nylon)
Glycérol + acides gras → triglycérides (lipides)
Exemples de réactions d'oxydation et de combustion :
Oxydation des sucres de fruits en alcool
Combustion des hydrocarbures, complète et incomplète (toxicité du CO)

Thermochimie :

Aspects énergétiques des réactions chimiques
Réactions exothermiques
Réactions endothermiques
Cycles de Hess simples (qualitativement)

Biologie

Aperçu du monde vivant,

Qu'est-ce que la vie?

Classification des organismes vivants : aspects fixistes, aspects évolutionnistes (éléments de phylogénèse par anatomie comparée)

Les molécules de la vie

Glucides

Lipides

Protéines

Acides nucléiques

Structure de la cellule

la cellule vue au microscope optique (analyse de photographies)

la cellule vue au microscope électronique (analyse de photographies)

les cellules procaryote/eucaryote, les cellules animale/végétale

Physiologie cellulaire

Échanges membranaires

Respiration cellulaire

Photosynthèse

Synthèse des protéines

Division cellulaire

Réplication de l'ADN

Mitose

Le programme de 6^{ème} en sciences de base

Quelques exemples de situations d'apprentissage

- A partir d'un événement d'actualité (par exemple lié à Tchernobyl ou Fukushima), on étudie le fonctionnement d'une centrale nucléaire et les problèmes qui peuvent survenir. Les effets sur l'environnement et sur la santé sont étudiés à partir d'articles d'actualité et/ou d'articles scientifiques.
- Le principe de la datation au carbone 14 est expliqué sur des exemples concrets. Les limites de ce genre de datation sont montrées.
- La bouteille de soda: on observe des échanges gazeux quand on l'ouvre, quand on la chauffe. On se pose des questions sur la quantité de gaz, la pression . On se demande comment garder le soda pétillant. Toutes ces questions permettent d'introduire les facteurs qui influencent l'équilibre dans une réaction chimique.
- On étudie qualitativement l'équilibre $2 \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ dans une seringue à gaz.
- A partir de la lecture de Chromosome 6, un « thriller biologique » de Robin Cook, les élèves relèvent toutes les pages où est abordé un quelconque point scientifique. Ces points touchent à des domaines variés: génie génétique, anatomie, reproduction des mammifères, immunologie, parasitologie, comportement animal, évolution de l'homme, médecine légale,... Ils sont invités à identifier et discuter l'ensemble du protocole scientifique qui a servi de base à l'intrigue, sous forme de résumé et d'organigramme. La préparation individuelle fait l'objet d'une mise en commun pour fixer les principaux points scientifiques rencontrés, au programme de l'année.
- Sur base d'articles d'actualité, on introduit certains sujets à voir ou à évoquer au cours (SIDA, allergies, greffes d'organes, résistances aux pesticides, aux antibiotiques, contraception, MST...).

Physique

Réactions nucléaires et radioactivité

Les différents types d'émissions avec des exemples de réactions

Equilibrer une réaction

Equivalence entre masse et énergie

Fusion et fission, énergie nucléaire

Cinétique de la réaction, période de demi-vie
Applications, une ou deux au choix, par exemple: datation, centrale nucléaire, application médicale, ...
Effets de la radioactivité sur les êtres vivants

Evolution de l'univers

Quelques aspects de l'histoire du modèle de l'univers
Big Bang
La vie des étoiles (généralités)

Ondes

Généralités sur les ondes (période, fréquence, longueur d'onde).
Acoustique (quelques instruments)
L'oreille : danger causé par les sons
Ondes électromagnétiques (spectre)

Comparaison de différents types d'ondes (son, lumière, ...)

Courants alternatifs

Révision des lois électriques fondamentales vues en 9ème
Production de courant alternatif
Applications (par exemple le disjoncteur différentiel)

Chimie

Cinétique

Vitesse de réaction
Facteurs influençant la vitesse
Catalyseurs (enzymes)

Équilibres chimiques

Réactions réversibles
Facteurs influençant l'équilibre

Réactions acide-base

Révision des notions vues en 10ème
Acides, bases et sels qui nous entourent
Neutralisation
Notion de pH

Oxydoréduction

Exemples qui nous entourent (rouille, vert de gris, noir d'argent, etc.)
Pile simple (conversion d'énergie chimique en énergie électrique)

Biologie

Équilibre de l'organisme : coordination nerveuse et hormonale

Principales glandes endocrines et leurs fonctions

Un exemple de régulation nerveuse hormonale (glycémie, calcémie,...)

La reproduction humaine

Anatomie des appareils génitaux

Méiose, gamétogénèse

Hormones sexuelles et cycle féminin

Contraception

Développement embryonnaire

Grossesse, accouchement, allaitement

Procréation médicalement assistée, IVG

Maladies sexuellement transmissibles, SIDA

Transmission des caractères héréditaires

Définitions et lois de Mendel (mono et dihybridisme)

Recombinaison et carte génétique

Hérédité liée au sexe

Éléments de génétique humaine – thérapies géniques

OGM

L'évolution des organismes vivants

Quelques aspects de théories anciennes

Observations et faits (fossiles, anatomie comparée,...)

Théories actuelles

L'origine de la vie

L'évolution de l'homme

Immunité

Immunité non spécifique

Immunité spécifique

Le soi et le non-soi, système HLA, greffes, allergies,...

Le programme de sciences générales

Le programme de 5^{ème} en sciences générales

Situations d'apprentissage

Physique

– On demande aux élèves d'observer la lune et de noter leurs observations: heure de lever et de coucher, déplacements, situation dans le ciel, phases). On part

de ces observations pour expliquer le mouvement diurne et le mouvement orbital. On demandera des interprétations précises.

- Avec le télescope et les lunettes de Galilée de l'école (construites maison!), on analyse les observations, on guide la découverte de quelques propriétés, on demande des recherches sur l'histoire de ces instruments.
- On étudie les lois de la réfraction et de la réflexion à partir d'expériences en laboratoire, par exemple en faisant passer un rayon lumineux au travers d'un demi-cylindre de verre : observations qualitatives et quantitatives, analyse des données et mise en graphiques, graphique de $\sin i$ en fonction de $\sin r$ et établissement de la loi; révision du calcul d'incertitude.
- A la Maison de la Science à Liège, on observe des expériences d'électrostatique. Les élèves établissent, seuls ou en groupes, un compte rendu d'expériences (observation et explication du phénomène observé). Le cours d'électrostatique se base sur ces comptes rendus.
- L'électromagnétisme peut faire l'objet d'une situation d'apprentissage équivalente à partir d'une visite à l'Expérimentarium de l'ULB.

Chimie

- Après avoir rencontré des sachets ou des couverts en amidon de maïs, on synthétise un film d'amidon de maïs en laboratoire à partir de Maïzena et de glycérol, ce qui amène à l'étude expérimentale puis théorique des polymères, des macromolécules biologiques. On revoit les macromolécules déjà connues et on étend leurs propriétés aux macromolécules biologiques.
- En lien avec la chimie organique, les publicités pour les voitures disent-elles vrai (par exemple émission de 99 g de CO_2 /km). Comment vérifier? Ces calculs amènent à une prise de conscience en représentant les quantités en poids et en volume. On étudie les aspects quantitatifs, on compare les pouvoirs énergétiques des différents carburants, ce qui permet un lien avec le début de la chimie organique et/ou un lien entre chimie organique et thermochimie.
- On étudie les chauffeuses à usage unique et/ou réutilisables. Quelle réaction se produit-il? Comment pourrait-on calculer la quantité d'énergie dégagée sur base de la composition et de la masse des réactifs par construction du cycle de Hess et utilisation des tables d'enthalpie. La même étude peut être menée pour les pochettes de froid.

Biologie

- Lors d'une visite au musée de zoologie de l'ULB ou des Sciences Naturelles,

on fait observer et dessiner des squelettes de vertébrés afin de mettre en évidence des éléments d'anatomie comparée et/ou d'adaptation.

- Lors d'une même visite à l'un ou l'autre de ces musées ou au Jardin Massart, on établit une classification d'une sélection d'organismes en discutant des critères utilisés et en mettant en évidence des éléments de phylogénie et/ou d'adaptation.
 - L'observation portera aussi autant que possible sur des documents photographiques ou filmographiques afin d'enrichir au maximum la représentation visuelle ; dans le même ordre d'idée, il est demandé aux élèves d'illustrer abondamment notes de cours, documents reçus et travaux de recherches.
- En fonction de l'opportunité de l'horaire (2 h en suivant), en 5ème ou en 6ème, on fera faire aux élèves une dissection de souris de laboratoire ce qui sera l'occasion d'une révision des grands systèmes fonctionnels chez les mammifères: digestif, circulatoire, respiratoire et uro-génital.

Physique

Principaux objets et phénomènes célestes

Différents objets dans le ciel: planètes, étoiles, satellites, comètes, étoiles filantes, galaxie

Les différentes planètes du système solaire

Éclipses de lune et de soleil (plus ou moins développé en fonction de l'actualité)

Phases de la lune

Système solaire et gravitation

Le mouvement circulaire uniforme

Les lois de Kepler

La loi de la gravitation universelle et lien avec la pesanteur sur une planète

Phénomènes optiques

Vitesse et nature de la lumière

Réflexion, réfraction, réflexion totale, fibres optiques

Le prisme, décomposition de la lumière

Couleurs

Instruments d'optique

Lentilles convergentes et divergentes, foyer, images réelles et virtuelles

Étude de quelques instruments d'optique : lunette et télescope, jumelles, loupe, microscope, appareil photographique

L'œil et ses défauts

Electrostatique

- Loi de Coulomb
- Champ électrique

Révision des notions élémentaires d'électrocinétique

Magnétisme et électromagnétisme

- Champ magnétique, y compris terrestre
- Effet magnétique du courant, lien avec l'électricité
- forces électromagnétiques
- courant induit

Chimie

Le monde chimique qui nous entoure (rappel de la constitution de la matière dans la biosphère, la lithosphère, ..., de ses états physiques,
A cette occasion, on reparlera de masse molaire et de volume molaire

Chimie organique :

- Historique de la chimie organique synthétique (quelques exemples)
- Différentes formes de carbone: diamant, graphite
- Différentes sources de carbone : hydrocarbures, gaz naturel
- Nomenclature et groupes fonctionnels des molécules ci-dessous à partir de substances courantes (formule brute et formule développée de certains exemples, isomères de structure, propriétés dans le domaine de la santé, sécurité , environnement ...)
- Hydrocarbures (alcanes, alcènes, alcynes, aromatiques)
- Alcools
- Ethers
- Aldéhydes - Cétones
- Acides

- Esters
- Amines
- Acides aminés

Exemples de réactions par addition et par élimination d'eau :

- Polymérisation (macromolécules biologiques : glucides, protéines et Macromolécules synthétiques : PVC, nylon)
- Glycérol + acides gras → triglycérides (lipides)

Exemples de réactions d'oxydation et de combustion :

- Oxydation des sucres de fruits en alcool

Combustion des hydrocarbures, complète et incomplète (toxicité du CO)

Thermochimie :

Aspects énergétiques des réactions chimiques

Réactions exothermiques

Réactions endothermiques

Cycles de Hess simples

Historique du modèle atomique jusqu'au modèle de Bohr (nombres quantiques, orbitales atomiques et moléculaires)

Loi des gaz parfaits

Biologie

Introduction générale à la biologie

Identification des grands domaines d'étude de la biologie: anatomie, physiologie, systématique, biologie moléculaire,....

Liens entre les différents domaines

Éléments d'histoire de quelques domaines

Historique de quelques technologies

Quelques biologistes célèbres

Aperçu du monde vivant,

Qu'est-ce que la vie?

Classification des organismes vivants : aspects fixistes, aspects évolutionnistes (éléments de phylogénèse par anatomie comparée)

Importance de la biodiversité

OGM

Les molécules de la vie

L'eau

Les glucides

Les lipides

Les protéines

Les acides nucléiques

Structure de la cellule

La cellule vue au microscope optique (réalisation et observation de coupes)
La cellule vue au microscope électronique
Les cellules procaryote/eucaryote, animale/végétale

Physiologie cellulaire

Échanges membranaires (diffusion, osmose, transport actif, endocytose/exocytose, phosphorylation oxydative)
Respiration cellulaire (glycolyse, cycle de Krebs: compréhension de ces mécanismes)
Photosynthèse (photolyse de l'eau, cycle de Calvin: compréhensions de ces mécanismes)
Synthèse des protéines (transcription, traduction)

Division cellulaire

Réplication de l'ADN (cycle cellulaire)
Mitose

Le programme de 6^{ème} en sciences générales

Quelques exemples de situations d'apprentissage

Physique

- A l'Experimentarium de l'ULB, on observe des expériences sur les ondes. Les élèves établissent seuls ou en groupe un compte rendu d'expériences (observations, explications du phénomène observé). Le cours se base sur ces comptes rendus.
- Les élèves réalisent des expériences sur l'oscillateur harmonique et/ou le pendule. On en tire des lois qui peuvent mener au modèle théorique.

- Lors de l'étude du spectre des étoiles (spectre réel obtenu au département astronomie de l'ULB), les élèves établissent le décalage Doppler et en déduisent la vitesse de l'étoile.
- On observe et on compte le nombre de bulles qui se dégagent d'une boisson gazeuse en fonction du temps écoulé après le décapsulage. Ce décompte produit une loi similaire à celle de la désintégration radioactive. Les notions de période et de demi-vie peuvent être comprises de manière concrète.

Chimie

- Pour le chapitre sur les oxydo-réduction, on plonge une lame de Cu dans une solution de Zn^{++} , on on plonge une lame de Zn dans une solution de Cu^{++} . On observe s'il y a réaction ou pas. On discute des conditions à remplir pour pouvoir utiliser le flux d'électron et construire une pile. On construit la pile. On peut faire la même démarche avec du Cu dans une solution d' Ag^+ et un bijou en Ag dans une solution de Cu^{++}

Biologie

- La présentation de la lecture critique d'un livre (Le chant d'amour des concombres de mer, Un éléphant dans un jeu de quille) peut faire l'objet de l'examen oral.
- Sur base d'articles d'actualité, on introduit certains sujets à voir ou à évoquer au cours (SIDA, allergies, greffes d'organes, résistances aux pesticides, aux antibiotiques, contraception, MST...).

Physique

Phénomènes périodiques

Oscillateur harmonique, pendule

Corde vibrante, ondes stationnaires

Caractéristiques des ondes : période, fréquence, longueur d'onde, vitesse

Décomposition spectrale, harmonique

Phénomènes associés: interférences, battements, effet Doppler, diffraction (principe d'Huygens)

Application au son et à la lumière

Courant alternatif: production, applications (ce point peut être vu en 5ème dans le chapitre électromagnétisme)

Physique atomique

Spectroscopie, quantum d'énergie, effet photoélectrique

Radioactivité : rayonnement, période, datation

Réactions nucléaires: fusion, fission, équation des réactions

Equivalence masse-énergie, énergie par nucléon, bilan énergétique d'une réaction

Astrophysique

La vie des étoiles (généralités)

Le big bang (arguments, chronologie sommaire)

Chimie

Equilibres chimiques

- Réactions réversibles
- Facteurs influençant l'équilibre
- Equilibre en solution, solubilité, dilution...

Vitesse de réaction

- Facteurs influençant la vitesse
- Catalyseurs (enzymes)

Réactions acide-base

- Révision des notions vues en 4ème
- Acides, bases et sels qui nous entourent
- Neutralisation
- Notion de pH

Oxydoréduction

- Exemples qui nous entourent (rouille, vert de gris, noir d'argent etc.)
- Pile simple (conversion d'énergie chimique en énergie électrique)

Biologie

Reproduction

- Reproduction asexuée
- Reproduction sexuée
- Méiose

La reproduction humaine

- Anatomie des appareils génitaux
- Gamétogénèse
- Hormones sexuelles et cycle féminin
- Contraception
- Développement embryonnaire
- Grossesse et accouchement, allaitement
- Procréation médicalement assistée, IVG
- Maladies sexuellement transmissibles (SIDA, papillomavirus)

Équilibre de l'organisme : coordination nerveuse et hormonale
Principales glandes endocrines et leurs fonctions
Régulation neuro-hormonale, un exemple parmi: glycémie, calcémie, régulation hydrique

Transmission des caractères héréditaires
Historique, définitions et lois de Mendel (mono et dihybridisme)
Recombinaison et carte génétique
Hérédité liée au sexe
Éléments de génétique humaine – thérapies géniques

L'évolution des organismes vivants
Théories anciennes, contexte historique
Observations et faits: fossiles, anatomie comparée,...
Théories actuelles
L'origine de la vie
L'évolution de l'homme

Immunité
Immunité non spécifique
Immunité spécifique
Le soi et le non-soi, système HLA, greffes, allergies,...